



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학박사학위논문

지혜를 위한 과학교육의 가능성 탐색:

교사인식 조사와 물리수업 분석을 바탕으로

Exploring the Possibility of Science Education for Wisdom:
Based on How Science Teachers Perceive It and What Are
Taught in Physics Classes

2019 년 2 월

서울대학교 대학원

과학교육과 물리전공

임 인 숙

지혜를 위한 과학교육의 가능성 탐색:

교사인식 조사와 물리수업 분석을 바탕으로

Exploring the Possibility of Science Education for Wisdom:

Based on How Science Teachers Perceive It and What Are

Taught in Physics Classes

지도교수 송 진 응

이 논문을 교육학박사학위논문으로 제출함

2018 년 10 월

서울대학교 대학원

과학교육과 물리전공

임 인 숙

임인숙의 박사학위논문을 인준함

2019 년 1 월

위 원 장 이 경 호 (인)

부위원장 정 원 규 (인)

위 원 정 용 재 (인)

위 원 이 준 기 (인)

위 원 송 진 응 (인)

초 록

지혜는 아주 오래전부터 인간이 지향해야 할 최고의 덕목으로 여겨져 왔고 때론 교육의 궁극적 목표로 제시되기도 하였다. 하지만 과학교육에서는 지혜가 중요한 주제로 다루어진 적이 거의 없었다. 그 이유는 지혜라는 개념이 일부 모호하고 추상적인 성격을 갖고 있으며, 특히 과학과는 큰 연관성이 없는 것으로 인식되어 왔기 때문이다. 그러나 최근 급격히 발전하는 과학기술과 그에 따른 사회 전반의 변화들은 과학교육의 목표로서 지혜의 가능성을 제기하고 있다. 인간의 능력을 대신하게 될 기술과 삶의 곳곳에 스며들고 있는 과학을 마주한 지금, 우리는 과학을 배우는 학습자들에게 무엇을 가르쳐야 하고, 또 무엇을 길러줄 수 있을 것인가?

위와 같은 문제의식으로부터, 본 연구는 과학교육의 새로운 목표로서 지혜를 제안하고 이에 대한 이론적 논의와 경험적 탐색을 시도하였다. 이를 통해 그동안 명확하게 이해되지 못했던 지혜의 의미를 파악하고 과학교육에서의 적용 가능성을 모색해보고자 하였다.

선행연구 분석과 이론적 논의에서는 지혜에 대한 기존의 연구들을 분석하여 지금의 과학교육 주제들에 어떤 시사점을 줄 수 있는지를 논의하였다. 선행연구 분석에서는 지혜에 대한 연구가 주로 이루어진 철학과 심리학 분야에서의 관련 연구를 개괄하고, 여기에 교육학 분야의 관련 연구를 더하여 교육의 관점에서 재해석하였다. 이 과정에서 지혜에 관한 쟁점들 및 핵심적 가치들을 도출하여 이론적 논의와 연구1의 설문지 제작, 연구2의 지혜 의미 규정에 사용하였다. 이론적 논의에서는 과학지식 교육, 핵심역량 교육, 그리고 과학소양 교육에 대해 지혜의 관점에서 진단하고 각각에 대한 시사점을 도출하였다. 이로써 지혜에 대한 기존의 논의들도 과학교육에 유효한 함의를 줄 수 있음을 보이고, 동시에 과학교육 내에서 지혜의 의미가 구체적으로

정의될 필요가 있다는 것을 제안하였다.

연구1과 연구2에서는 과학교육 현장을 연구 대상으로 하여 지혜의 의미를 탐색하고 과학수업에의 적용 가능성을 모색하였다. 연구1에서는 지혜와 학교 교육에 대한 과학교사들의 전반적 인식을 조사하였다. 연구 결과, 연령과 담당 과목에 무관하게 몇 가지 중요하게 여겨지는 지혜의 요소들을 도출할 수 있었다. ‘중요한 문제를 알아보는 감각’과 ‘풍부하고 다양한 경험’, 그리고 ‘앞에 대한 의심’이 그것이다. 이중 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’은 현직 과학교사들이 다른 과목 교사들에 비해 더 중요한 요소로 인식하고 있었다. 또한, 현직 과학교사들은 예비 과학교사들에 비해 ‘타인에 대한 직관적 공감’, ‘사회에 대한 고려’, 그리고 ‘자연적 유대감’을 더 중요하게 생각하였다. ‘주변의 지혜로운 사람’에 대한 인식을 묻는 문항에 대해서는 응답자와 가까우면서도 다양한 관계에 있는 사람들이 언급되었다. 근거로는 해당 인물의 구체적인 행동, 조언, 역량 등 다양한 측면들이 제시되었으며, 특히 행위에서 드러나는 ‘지속성’과 ‘긍정적 영향력’이 지혜로운 사람을 판단하는 데 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 학교교육과 지혜 발달의 관계에 대한 인식을 묻는 문항에 대해서는 전체 응답자들의 81.0%가 학교교육을 통해 지혜가 길러질 수 있다고 긍정적으로 인식하였다. 긍정적으로 인식한 응답자들은 교과 지식교육과 공동체 생활이라는 측면이 지혜를 기르는 데 도움이 된다고 본 반면, 부정적인 인식을 가진 응답자들은 입시 위주의 교육 환경과 지혜의 불명확한 의미를 부정적 인식의 근거로 들었다. 마지막으로, 과학교과와 지혜의 네 가지 연결점을 도출할 수 있었다. 과학개념의 이해와 적용에 필요한 지혜, 과학 개념의 의미에 포함된 일반적 지혜, 과학 개념이 만들어진 과정의 지혜, 과학 관련 활동과 역량으로 길러지는 지혜가 그것이다.

이에, 연구2에서는 선행연구 분석 및 연구1에서 도출된 결과를 반영하여 지혜의 의미를 규정하고, 과학수업에서 어떤 지혜가 가르쳐지고 있는지를

구체적으로 탐색하고자 하였다. 연구 자료는 세 개 고등학교의 물리 수업을 일정 기간 관찰하고 교사 면담과 학생 소집단 면담을 수행하여 수집되었다.

자료 분석을 위해, 연구2에서는 지혜를 다음과 같이 정의하였다. 즉, 지혜는 “지성(智性)과 정의(情意)의 측면에서 끊임없이 더 나은 상태를 지향하는 인간 고유의 속성”이다. 지혜는 ‘지혜로운 행위’로 발현될 수 있으며, 이 때 ‘지혜로운 행위’는 인간의 개별적 행동이나 공동체의 활동 및 그 결과로 생겨난 무형의 산물들을 통틀어 일컫는다. 지혜로운 행위는 보통 유용성, 도덕성, 지속성, 효율성, 그리고 행위자 및 그 주변에 대한 고려를 수반하며, 타인에게 귀감이 되고 긍정적 영향을 끼침으로써 비로소 ‘지혜’, 또는 ‘지혜롭다’고 인식될 수 있다.

지혜에 대한 위의 정의에 따라, 수집된 자료를 분석하여 ‘과학수업에서 가르쳐지는 지혜’ 6가지를 도출하였다. 이 중, ‘합리적 의심과 개방적 태도’ 그리고 ‘최선의 대안을 찾는 노력’은 과학적 탐구에 필요한 태도로서의 지혜에 해당한다. 그리고 ‘조건을 변화시켜보는 사고방식’과 ‘과학의 언어를 사용하는 소통방식’은 문제 해결에 유용한 방법으로서의 지혜에 속한다. 마지막으로, ‘과학과 사회의 관계에 대한 이해’와 ‘과학과 나의 관계에 대한 인식’은 과학과 인간의 관계에 대한 고찰로서의 지혜로 볼 수 있다. 한편, 연구2의 결과는 과학지식의 형성과정 및 적용과정에 필요한 지혜로 해석될 수 있다. 이는 과학교육에서 과학지식뿐 아니라 과학지식의 전(前)과 후(後)에 대한 관심이 더욱 커져야 함을 시사한다. 또한, 연구2의 결과는 과학으로부터 찾아낸 지혜와 과학을 대하는 태도로서의 지혜로 해석될 수도 있다. 따라서 향후 ‘과학의 지혜’ 및 ‘과학에 대한 지혜’라는 새로운 담론이 이어질 것을 기대해 볼 수 있겠다.

본 연구의 결과를 통해, 지혜를 위한 과학교육의 가능성에 대한 몇 가지 시사점을 제안하였다. 첫째, 학습자의 지혜를 길러줄 수 있는 과학교육이 되

기 위해서는 기존의 과학교육 주제들 및 현장의 과학수업에 대해 지혜의 관점에서 재검토하고 변화의 방안을 모색할 필요가 있다. 둘째, 지혜를 배울 수 있는 과학수업이 되기 위해서는 과학의 실천적 측면을 면밀히 들여다보면서 스스로 지혜를 찾아내는 방식의 수업이 고려되어야 한다. 셋째, 지혜의 의미와 지혜 교육의 필요성 및 구체적 실천 방안에 대해 과학교육 전문가들과 과학교사들이 함께 공감하고 논의하는 기회가 제공되어야 한다.

주요어: 지혜, 미래 과학교육, 인식 조사, 수업 분석, 물리수업에서의 지혜,
과학의 지혜

학 번: 2013-30447

차 례

초 록	i
차 례	ii
표 차례	v
그림 차례	vi
 1. 서 론	 1
1.1. 연구의 동기와 목적	1
1.2. 연구 문제	4
1.3. 연구 과정의 개요	5
1.4. 용어의 정의	7
1.5. 연구의 한계	8
 2. 선행연구 분석 및 이론적 논의	 10
2.1. 선행연구 분석: 다양한 관점에서 보는 지혜	10
2.1.1. 철학적 관점에서의 지혜: 지혜의 의미는 어떻게 변해왔는가?	12
2.1.2. 심리학적 관점에서의 지혜: 지혜는 어떤 상태를 이르는 개념인가?	18
2.1.3. 교육적 관점에서의 지혜: 지혜를 가르칠 수 있는가?	24
2.1.4. 선행연구 분석의 요약	31
2.2. 이론적 논의: 지혜의 관점에서 보는 과학교육 주제들	35
2.2.1. 지혜의 관점에서 보는 과학지식 교육	36
2.2.2. 지혜의 관점에서 보는 핵심역량 교육	41
2.2.3. 지혜의 관점에서 보는 과학소양 교육	46
2.2.4. 이론적 논의의 요약	51

3. 연구1: 지혜 및 지혜와 과학교과의 관계에 대한 과학교사들의 인식	54
3.1. 연구의 필요성 및 목적	54
3.2. 연구 방법	55
3.2.1. 설문지 개발	55
3.2.2. 연구 참여자	64
3.2.3. 분석 방법	66
3.3. 연구 결과	68
3.3.1. 지혜의 개념적 요소들에 대한 중요도 인식	68
3.3.2. 주변의 지혜로운 사람에 대한 인식	74
3.3.3. 학교교육과 지혜 발달의 관계에 대한 인식	79
3.3.4. 과학교과와 지혜의 연결점에 대한 인식	85
3.4. 요약 및 결론	92
 4. 연구2: 과학수업에서 가르쳐지는 지혜 탐색	 96
4.1. 연구의 필요성 및 목적	96
4.2. 연구 방법	97
4.2.1. 연구 참여자	98
4.2.2. 자료 수집	102
4.2.3. 분석 방법	104
4.3. 연구 결과 및 논의	113
4.3.1. 과학적 탐구에 필요한 태도	114
4.3.2. 문제 해결에 유용한 방법	125
4.3.3. 과학과 인간의 관계에 대한 고찰	137
4.4. 요약 및 결론	149

5. 결론 및 제언	154
5.1. 요약	154
5.2. 결론 및 시사점	156
5.3. 후속 연구 과제	159
5.4. 제언: 지혜 지향적 과학교육을 향하여	161
 참고문헌	 164
[부록1] 연구1의 IRB 심의 면제 통보서	184
[부록2] 연구1의 연구참여자 모집 문건	181
[부록3] 연구1의 연구참여자용 동의서-과학교사	182
[부록4] 연구1의 연구참여자용 동의서-예비 과학교사	184
[부록5] 연구1의 연구참여자용 동의서-타 교과 교사	186
[부록6] 연구1의 인식조사 설문지 응답 (일부)	188
[부록7] 연구2의 IRB 심의 승인 통보서	192
[부록8] 연구2의 연구참여자 모집 문건-교사	193
[부록9] 연구2의 연구참여자 모집 문건-학생	194
[부록10] 연구2의 연구참여자용 동의서-교사	195
[부록11] 연구2의 연구참여자용 동의서-학생	199
[부록12] 연구2의 연구참여자용 설명서-학부모	203
[부록13] 연구2의 수업 전사본 (일부)	206
[부록14] 연구2의 교사 면담 전사본 (일부)	208
[부록15] 연구2의 학생 면담 전사본 (일부)	210
Abstract	216

표 차 례

[표 2-1] 선행연구에서 제시된 과학교과 핵심역량의 요소	42
[표 2-2] NAEP(1965)와 NSTA(1982)의 과학소양인에 대한 정의	48
[표 3-1] 설문지 개발 - 지혜 선행연구 문헌 정리(일부)	56
[표 3-2] 설문지 개발 - 지혜의 요소 및 영역 도출(1차)	57
[표 3-3] 설문지 개발 - 지혜의 요소 및 영역 도출(2차)	59
[표 3-4] 설문지 개발 - 지혜의 요소 및 영역 도출(최종)	61
[표 3-5] 설문지 개발 - 선택형 문항	62
[표 3-6] 설문지 개발 - 개방형 문항	63
[표 3-7] 연구1의 결과 - 선택형 문항의 평균 점수	68
[표 3-8] 연구1의 결과 - 선택형 문항의 순위	70
[표 3-9] 연구1의 결과 - t검정 결과(1)	72
[표 3-10] 연구1의 결과 - t검정 결과(2)	73
[표 3-11] 연구1의 결과 - 지혜의 요소들에 대한 중요도 인식	74
[표 3-12] 연구1의 결과 - 주변의 지혜로운 사람에 대한 인식 ...	75
[표 3-13] 연구1의 결과 - 학교교육과 지혜 발달의 관계에 대한 인식	80
[표 3-14] 연구1의 결과 - 과학교과와 지혜의 연결점에 대한 인식	85
[표 4-1] 연구 참여자 기본 정보 - 교사	99
[표 4-2] 연구 참여자 기본 정보 - 학생	102
[표 4-3] 관찰한 물리수업의 차시별 주제	103
[표 4-4] 연구2의 1차 분석 결과	111
[표 4-5] 연구2의 2차 분석 결과	113
[표 4-6] 연구2의 결과 - 과학수업에서 가르쳐지는 지혜	150

그 립 차 례

[그림 1-1] 연구 과정의 개요	6
[그림 2-1] 선행연구 분석의 요약	34
[그림 2-2] 이론적 논의의 요약	53
[그림 3-1] 연구1의 연구참여자 구성	64
[그림 3-2] 예비 과학교사 집단의 전공과목 및 교사경력	65
[그림 3-3] 현직 과학교사 집단의 전공과목 및 교사경력	65
[그림 3-4] 타 교과 교사 집단의 전공과목 및 교사경력	66
[그림 3-5] 연구1의 요약	95
[그림 4-1] 연구2의 절차	98
[그림 4-2] 연구2에서 정의한 지혜	109
[그림 4-3] 연구2의 요약	153
[그림 5-1] 연구 전체의 요약 및 구성	158

1. 서 론

1.1. 연구의 동기와 목적

산업혁명 이후 점차 가속화되고 있는 과학기술의 발달은 누구나 지식과 정보에 손쉽게 접근할 수 있는 시대를 가능하게 하였다. 하지만 4차 산업혁명으로 대변되는 시대적 변화는 사회와 개인에게 긍정적인 효과만 가져다줄 것으로 보이진 않는다. 최근에는 스마트 기술과 인공지능의 발달이 인간의 판단을 대신하게 될 것이라는 기대 섞인 우려도 있다. 이러한 우려는 기술이 대체할 수 없는 인간 고유의 특성에 대한 관심을 불러일으킴과 동시에, '미래 시대를 살아갈 세대에게 진정 필요한 것이 무엇인가'라는 교육의 근본적 질문을 다시금 생각해보게 한다.

과학교육은 시대의 요구를 반영하며 다양한 방식으로 변모해 왔다. 60년대의 탐구 중심 교육으로부터 구성주의 철학과 사회문화적 관점이 반영된 지금에 이르기까지, 과학교육이 끊임없는 변화와 발전을 추구해 왔다는 것은 주지의 사실이다. 최근에는 핵심역량과 과학사회학의 적용, 과학교실문화에 대한 탐색 등 다양한 주제들이 과학교육의 외연을 넓히는 데 기여하고 있다. 하지만 여러 주제들에 대한 학계의 논의가 활발한 것에 비해, 현장의 과학교육은 여전히 지식의 전달과 이해에 상당 부분 치중되어 있다. 이것은 현장의 과학교육이 안고 있는 환경적 제약 때문이기도 하지만, 과학교육의 여러 주제들을 포괄할 수 있는 하나의 지향점이 부재한다는 데서 기인하기도 한다. 이런 시점에서 과학교육의 새로운 지향점으로 '지혜'를 고려하는 것은 의미 있는 시도가 될 수 있다.

지혜를 지향해야 한다는 생각은 학계 전반에서 혁신이 필요할 때마다 꾸준

히 제기되어 왔다(Maxwell, 2007; Zeleny, 2006; Betz, 2012; 김종욱, 2006). 예컨대, 학문적 탐구의 패러다임이 지식의 확대가 아닌 지혜의 획득을 목적으로 바뀌어야 한다는 제안이나(Maxwell, 2007), 사회학의 연구 방법론이 사회에 기여할 수 있는 지혜를 얻기 위한 방식으로 변해야 한다는 주장 등이 있었다(Betz, 2012). 하지만 지혜의 필요성에 공감하는 것과는 별개로, 지혜의 명확한 의미와 구체적인 실천 방안에 대해서는 합의될 만큼의 진전이 이루어지지 못했다(김수동, 문형남, 2010; 이수립, 조성호, 2012; Staudinger & Glück, 2011). 지혜는 추상적이고 통합적인 개념이며, 문화권이나 가치관에 따라 조금씩 다른 의미로 인식되기 때문이다.

지혜의 사전적 의미는 “사물의 이치를 빨리 깨닫고 사물을 정확하게 처리하는 정신적 능력”으로 기술된다(“지혜”, 표준국어대사전). 비슷하게 옥스퍼드 사전은 “현명한 자질이나 기질, 또는 그것을 갖춘 어떤 것(“wisdom”, Oxford English Dictionary)¹⁾”으로 기술하고 있다. 사전적 의미를 바탕으로 생각해볼 때, 지혜는 높은 수준의 지적·정신적 능력을 의미한다는 것을 알 수 있다. 하지만 우리가 일상적으로 ‘지혜’ 또는 ‘지혜로움’, 나아가 ‘지혜로운 사람’이라는 표현을 쓸 때에는 사전에서 언급된 의미와 꼭 같은 의미로 사용하지는 않는다. 그렇기 때문에 어떤 사람이 지혜로운지 아닌지를 판단할 수 있는 명확한 기준을 떠올리는 것은 어려운 일이다.

이런 이유로, 지혜에 대한 논의는 구체적인 경험이나 논리에 기초하기보다 주관적 추론과 개인적 고찰에 근거하여 이루어지는 경우가 많았다. 지혜 연구가 수십 년 동안 누적되어 왔음에도 불구하고, 지혜는 여전히 그 가치에 비하여 학문적으로 알려진 것이 적은 개념이다. 특히 과학교육에서 지혜를 연구한 사례는 거의 없는 실정이다.

1) 원문: The quality or character of being wise, or something in which this is exhibited.

결국, 지혜라는 개념은 그동안 여러 분야에서 선언적으로 제시되거나 미덕의 수준에서 권장되어왔을 뿐, 과학교육에서 지혜의 의미나 활용 가능성에 대해 구체적으로 탐구한 사례는 거의 없었다. 이에 본 연구는 미래 과학교육의 지향점으로 지혜를 상정하고 그것의 의미와 과학교육에의 적용 가능성을 탐색해 보는 것을 목적으로 하였다.

선행연구 분석과 이론적 논의에서는 기존에 논의되었던 지혜 개념의 핵심적 가치들을 파악하고 그로부터 과학교육 주제들에 대한 시사점을 얻고자 하였다. 이어서 연구1에서는 지혜와 과학교육 전반에 대한 과학교사들의 인식을 조사하여 과학교육에서 이해되는 지혜를 구체화하고, 과학교육과 지혜가 연결될 수 있는 지점들에 대한 단초를 찾고자 하였다. 연구2에서는 지혜를 가르치는 과학수업의 가능성을 살펴보기 위해, 실제 과학수업에서 어떤 지혜가 가르쳐지고 있는지를 탐색하고자 하였다. 연구의 결과들을 바탕으로 결론과 시사점을 도출하고 향후 과학교육에서의 지혜 연구에 대해 제언하고자 하였다.

1.2. 연구 문제

본 연구는 선행연구 분석과 이론적 논의 및 연구1과 연구2로 구성되어 있다. 선행연구 분석에서는 여러 관점에서의 지혜에 대한 논의들을 정리하고 지혜의 어떤 측면들이 강조되는지를 파악하였다. 이론적 논의에서는 몇 가지 과학교육 주제들의 현황을 진단하고 지혜가 이에 줄 수 있는 함의에 대해 논의하였다. 연구1과 연구2는 과학교육에서 지혜의 가능성을 모색하기 위한 경험적 연구들로서, 각 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

연구1의 연구 문제

- 지혜에 대한 과학교사들의 인식은 어떠한가?
- 지혜와 학교교육의 관계에 대한 과학교사들의 인식은 어떠한가?

연구2의 연구 문제

- 실제 과학수업에서는 어떤 지혜가 가르쳐지고 있는가?

1.3. 연구 과정의 개요

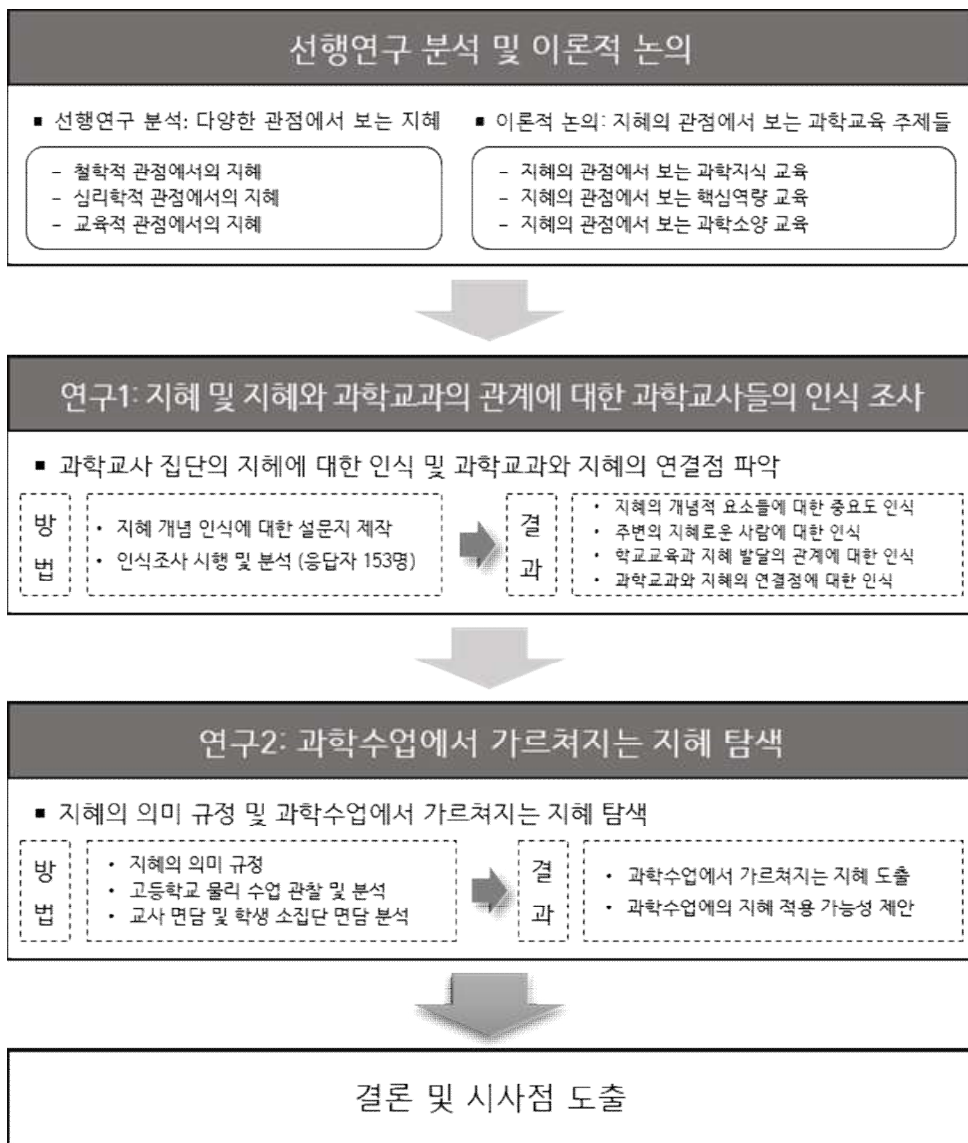
본 연구를 위해 선행연구 분석과 이론적 논의를 바탕으로 인식조사 연구(연구1)와 물리수업 분석 연구(연구2)를 순차적으로 진행하였다.

선행연구 분석에서는 지혜에 관한 철학, 심리학 문헌을 토대로 각각의 관점 및 교육적 관점에서 분석하였다. 이론적 논의에서는 과학지식 교육, 핵심역량 교육, 그리고 과학소양 교육에 대해 지혜의 관점에서 진단하고 시사점을 도출하였다.

연구1에서는 지혜 및 지혜와 과학교과의 관계에 대해 과학교사들이 어떻게 인식하고 있는지를 알아보기 위하여 설문지를 개발하고 인식조사를 실시한 후 문항의 성격에 따라 양적·질적으로 분석하였다.

연구2에서는 실제 과학수업에서 어떤 지혜가 가르쳐지고 있는지 탐색하기 위하여 고등학교 물리수업을 일정 기간 관찰하고 교사 면담과 학생 면담을 각각 진행하였다.

마지막으로 연구의 결과를 종합하여 연구 전체의 결론과 시사점을 도출하였다. 개략적인 연구 과정을 [그림 1-1]에 나타내었다.



[그림 1-1] 연구 과정의 개요

1.4. 용어의 정의

- **지혜 (wisdom)**

지혜는 선행연구들에서 매우 다양하게 정의되어 왔다. 그러나 본 연구에서는 지혜에 대한 기존의 정의들을 따르기보다는 과학교육의 지향점으로서의 지혜를 새롭게 정의하고자 하였다. 이에, 선행연구를 통해 지혜가 어떤 의미로 이해되었는지 살펴보고, 연구1에서 과학교사들을 대상으로 한 인식조사 결과를 반영하여 연구2에서 지혜의 의미를 규정하였다. 따라서 본 연구에서 ‘지혜’라는 용어는 연구2에서 사용될 때와 그 외에 사용될 때에 의미의 차이가 있다. 연구2에서는 지혜를 “지성(智性)과 정의(情意)의 측면에서 끊임없이 더 나은 상태를 지향하는 인간 고유의 속성”으로 정의하였으며, 지혜의 발현이 ‘지혜로운 행위’로 나타난다고 보았다([표 4-2] 참조). 연구2를 제외한 나머지 부분에서는 맥락에 따라 다양한 의미로 지혜라는 용어가 사용되었다.

- **과학지식 (scientific knowledge)**

지식은 선언적 지식, 절차적 지식, 개인적 지식 등으로 다양하게 구분될 수 있다. 과학지식도 그 의미를 넓게 볼 경우에는 여러 종류의 지식을 모두 포함하는 용어일 수 있으나, 본 연구에서는 과학적 개념, 이론, 법칙 등을 이르는 좁은 의미의 지식을 이르는 것으로 사용하였다. 즉, 본 논문에서 말하는 ‘과학지식’은 과학적 활동의 결과이자 산물로서, 자연에 대한 지식을 의미한다.

1.5. 연구의 한계

연구1은 현직 과학교사, 예비 과학교사, 그리고 타 교과 교사 집단의 지혜에 대한 인식을 조사한 연구로서, 각 집단별로 최소 50명 이상의 응답자 수를 모집하고자 하였다. 모집 문건을 보고 참여 의사를 밝힌 지원자 153명이 최종적으로 설문지 응답에 참여하였다. 모집 문건은 연구의 성격과 현실적 문제들을 고려하여 현직 과학교사 집단 및 타 교과 교사 집단에는 편의 표집과 눈덩이 표집 방식으로, 예비 과학교사 집단에는 군집 표집 방식으로 전달되었다. 즉, 현직 과학교사 및 타 교과 교사의 경우, 연구자 주변의 교사들에게 1차적으로 모집 문건이 전달되었으며(편의 표집), 이 중에서 참여의사를 밝힌 교사들이 동료 교사들에게 다시 모집 문건을 전달하는 방식(눈덩이 표집)으로 지원자 표집이 이루어졌다. 예비 과학교사 집단의 경우, 특정 대학의 물리교육, 화학교육, 생물교육 전공 학생들에게 모집 문건이 전달되었다. 각 집단별 응답자 수의 하한을 50명으로 정한 이유는 특정 집단에 따라 지혜 개념의 인식에 차이가 있는지 알아보는 선행 연구들의 표본 수를 단순 참고하였기 때문이다(Holliday & Chandler, 1986; Takahashi & Bordia, 2000). 그러나 연구참여자 집단 각각에 대한 모집단의 크기도 상당히 차이가 나기 때문에, 모든 집단을 동일하게 50명 이상으로 표본의 크기를 목표한 것은 표본의 대표성 측면에서 적절하지 못했다고 볼 수 있다. 또한, 조사연구는 최소한 100명의 피험자수를 요구하므로(김석우, 최태진, 박상욱 2007), 이는 표집 당시의 여건과 현실적 요인을 고려하더라도 충분하지 못한 표본 수였다고 생각된다. 따라서 50여 명의 응답자가 과학교사 집단 전체의 인식을 대표한다고 보기는 어려우며, 비교 집단에 대해서도 마찬가지이다. 따라서 연구의 결과를 일반화하기에는 한계가 있다.

연구2는 과학수업에서 가르쳐지는 지혜를 탐색할 목적으로, 세 학교의 물

리수업을 총 12차시 관찰하여 자료를 수집하였다. 그러나 관찰한 수업들 중에서 일부는 주제가 중복되었으며, C특성화고의 경우에는 교사의 재량으로 특정 단원을 생략하기도 하였다. 따라서 수집된 자료의 주제가 물리교과의 특정 몇 개 단원으로 제한되었다는 한계가 있다. 향후 과학의 다른 분과 수업을 대상으로 충분한 자료 수집 기간을 확보한다면 더욱 많은 종류의 지혜를 도출할 수 있을 것이다.

2. 선행연구 분석 및 이론적 논의²⁾

2.1. 선행연구 분석: 다양한 관점에서 보는 지혜

현대적 의미의 지혜는 오랜 기간 학문적 탐구의 대상으로서 여겨지지는 않았다(Csikszentmihalyi & Rathunde, 1990). 과학기술 지식의 위상이 높아지면서 지혜와 같은 주관적이고 심리적인 차원의 개념들은 객관적 방법론을 통한 연구 대상이 되기는 어려웠기 때문이다(Chandler & Holiday, 1990). 그러나 1980년대부터는 심리학을 필두로 지혜에 대한 학제적 접근이 시작되었다(e.g. Clayton & Birren, 1980). 근래에는 국내에서도 지혜에 주목한 연구가 간간히 등장하고 있다(e.g. 전병옥, 한기순, 2012; 정성배, 김정호, 2014; 김수동, 문형남, 2010; 박장호, 2004; 소연희, 2014).

지혜에 대한 연구 문헌들은 주로 철학과 심리학에서 찾아볼 수 있다. 철학에서의 지혜 연구는 소크라테스나 플라톤과 같은 고대 성인들이 설파한 지혜 개념을 분석하거나, 현대적 의미의 지혜에 대해 깊이 고찰하고 검토하는 방식으로 이루어진다. 반면, 심리학에서는 지혜를 인간의 성격발달의 한 측면으로 이해하며, 지혜에 대한 일반인들의 인식과 지혜로운 사람들로 여겨지는 사람들에게 대한 조사와 같은 경험적 연구들이 비교적 많이 진행되었다. 심리학은 현재 지혜에 대해 가장 활발하게 연구되고 있는 분야이다.³⁾

이 절에서는 본 연구의 핵심 개념인 ‘지혜’에 대해 학문적으로 접근한 경험

2) 본 논문의 2장과 3장은 한국과학교육학회지에 게재된 임인숙, 송진웅(2017)의 “‘지혜’의 개념과 과학교사들의 ‘지혜’에 대한 인식”의 내용(37권 4호, pp. 731-745)을 포함하고 있다.

3) 예를 들어, 나이와 지혜의 상관관계, 지혜와 창의성의 관계, 지혜와 다른 인간 내적 측면들 사이의 관계, 지혜로운 사람들의 속성 등 다양한 주제들을 다루는 연구들이 심리학 문헌에 등장한다.

적·이론적 선행연구들을 철학, 심리학, 그리고 교육의 관점에서 개괄하고자 한다. 교육학 분야에서는 철학이나 심리학에서 논의된 지혜 개념의 교육적 활용을 제안하거나 교육적 함의를 도출한 문헌들이 대부분이다⁴⁾. 더욱이 전체 문헌의 양도 풍부하다고 보기 어렵다. 따라서 ‘교육학적’ 관점보다는 ‘교육적’ 관점에서 지혜에 대한 선행연구들을 재해석하는 방식으로 논지를 전개하고자 하였다.

한편, 인식의 관점에서 보면 지혜에 대한 논의를 다음의 세 가지로 구분할 수도 있다. 첫째는 고대 성인들이 문헌을 통해 남긴 명시적 의미로서의 지혜이고, 둘째는 현대적 의미의 지혜로서 보통 사람들이 인식하고 있는 암묵적 의미로서의 지혜이다. 마지막으로 세 번째는 단순한 지식이나 얕은 이해를 넘어서 더 높은 수준의 앎을 지향하는 수사적 의미로서의 지혜다. 하지만 이러한 구분을 따라서 지혜에 대한 연구 문헌들을 분석하는 작업은 몇 가지 어려움을 동반한다. 먼저 암묵적 의미로서의 지혜가 명시적 의미로서의 지혜에 영향을 받아 형성되었을 가능성이 있다. 지성인들이 설파한 지혜의 의미에 대해서는 학교 수업에서 배우거나 교양 서적을 통해 접할 기회가 많다. 따라서 보통 사람들의 지혜에 대한 암묵적 인식이 명시적으로 알려진 지혜의 의미와 뚜렷하게 구별되기 어렵다. 수사적 의미의 지혜는 변화의 필요성을 환기하는 목적으로 사용되는 구호나 표어에 가까우므로 학문적 검토의 대상으로 적절하지 않은 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 철학적 관점, 심리학적 관점, 그리고 교육적 관점이라는 구분을 따라 선행연구를 개괄하였다.

각 주제별로 핵심 질문을 제시하고 그에 답하는 방식으로 선행연구를 분석하였다. 철학적 관점에서는 지혜의 의미 변화에 주목하였고 심리학적 관점에

4) 학습자, 또는 교사의 지혜를 측정한 연구들도 있으나(전병옥, 한기순, 2012; 전성배, 김정호, 2014), 교육학이라는 특별한 관점에서 보는 지혜를 전제하는 연구들은 아니다. 철학이나 심리학은 특정한 관점을 전제로 하나, 교육학은 실천적 성격의 학문이므로 특정한 관점으로 볼 수 없다는 견해도 있다(정원규, 2018, 12, 14, 개인서신).

서는 지혜가 어떤 상태를 이르는 개념인지에 대해 살펴보았다. 그리고 교육적 관점에서는 지혜가 가르치고 배울 수 있는 성격의 것인지를 염두에 두면서 선행연구들을 기술하였다.

2.1.1. 철학적 관점에서의 지혜: 지혜의 의미는 어떻게 변해왔는가?

서양의 지성사를 말할 때 지혜라는 주제를 빼놓고 이야기하기는 쉽지 않다⁵⁾. 지혜는 고대 그리스 시대부터 철학의 관심 주제였으며, 근대에는 인간의 바람직한 삶과 관련하여 지혜가 논의되고 있다. 그러나 지혜에 대한 철학적 논의가 항상 활발하게 이루어졌던 것은 아니다(Osbeck & Robinson, 2005). 그리스 시대 이후로 지혜가 철학에서 중요한 주제로 논의된 시기는 많지 않으며, 오히려 철학에서 지혜에 대한 이야기가 “완전히 사라진(come to vanish almost entirely)(Smith, 1998, p. 9020)” 것처럼 여겨지기도 하였다. 따라서 이 절에서는, 지혜에 대한 논의가 가장 활발했던 고대 그리스 시대의 담론을 살펴보고, 이어 중세 기독교적 의미의 지혜와 현대 철학에서 논의되는 지혜의 의미를 순서대로 짚어보고자 하였다. 즉, 지혜의 개념적 시초로 여겨지는 고대 그리스 시대의 지혜에 대해 소크라테스(*Socrates*, 469-399 BC), 플라톤(*Plato*, 427-347 BC), 아리스토텔레스(*Aristotle*, 384-322 BC)를 중심으로 파악하고⁶⁾, 이어 중세의 신학자이자 철학자인 토마스 아퀴나스(*Thomas Aquinas*, 1224/6-1274)의 지혜 개념을 살펴본 뒤, 현대의 철학자들이 지혜의 어떤 측면을 논의하고 있는지를 개괄하고자 하였다⁷⁾.

5) 철학(philosophy)의 언어적 기원은 ‘지혜에 대한 사랑’이다. ‘철학’을 의미하는 영어 표현인 ‘philosophy’는 ‘지혜(sophia, 그리스 원어: σοφία)’에 ‘~에 대한 애호’의 뜻을 가진 접두어 ‘philo-(philia, 그리스 원어: φιλία)’의 결합으로 이루어져 있다(Smith, 1998).

6) 소크라테스, 플라톤, 아리스토텔레스의 출생 및 사망 연도는 Craig(1998)을 참고하였다.

7) 이 절은 지혜에 대한 철학적 논의의 흐름을 다루고자 하였기 때문에 기독교라는 종교적

고대 그리스에서는 지혜가 강함과 자비, 그리고 순결을 갖춘 일종의 미덕으로 여겨졌다. 정의(justice), 절제(moderation), 용기(courage)와 함께 인간의 4가지 탁월함(excellences)에 해당하였으며(Smith, 1998), 그리스 신화 속에서 메티스(Metis)와 아테나(Athena)라는 두 여신으로 의인화되기도 했다.⁸⁾ 이후 지혜는 소크라테스, 플라톤 그리고 아리스토텔레스를 거치면서 점차 인식론적 논의의 주요 주제가 되었다. 소크라테스는 제자인 플라톤의 『*The Apology*』에서 나타나는 것처럼 지적 겸손 또는 인식적 겸손(epistemic humility)을 지혜의 가장 큰 미덕이라고 보았다(Ryan, 1996; 2012)⁹⁾. 소크라테스에게 지혜는 지혜의 부족함을 아는 사람만이 도달할 수 있는 것이었다. 따라서 인간의 수준에서는 도달할 수 없는 것이었기에 인간에게는 지혜를 열망하고 좇는 것만이 가능하다고 보았다.

플라톤은 그의 저작들에서 보다 면밀히 지혜를 분석하였다(Robinson, 1990). 그는 지혜가 한 가지 뜻을 가진 개념이 아니라 지적, 도덕적, 일상적인 삶의 여러 측면들을 아우르는 개념이라고 보았다(Robinson, 1990). 플라톤에게 지혜는 행복하고 좋은 삶을 뜻하는 ‘에우다이모니아(eudaimonia, 그리스 원어: *εὐδαιμονία*)’를 추구하는 데 필요한 올바른 판단력과 관련되는 것이었

맥락에서의 지혜는 다르지 않는다. 그러나 토마스 아퀴나스는 신학자이자 철학자로서, 신앙과 이성을 조화시켜 자연 신학(natural theology)을 발전시킨 인물이다. 또한 아리스토텔레스의 철학을 신앙의 관점에서 해석하여 고대 그리스의 철학과 중세 기독교를 잇는 학문적 가교 역할을 하기도 하였으므로 지혜를 다룬 중세 철학자로서 토마스 아퀴나스를 함께 다루었다.

- 8) 그리스 신화에서, 메티스(Metis)는 제우스(Zeus)와의 사이에서 딸 아테나(Athena)를 낳았다고 전해지며 메티스와 아테나는 모두 지혜의 여신(goddess, 女神)으로 불린다. 고대 그리스 시대의 지혜는 자비(mercy)와 육체적 순결(chastity)을 수반하는 덕목으로 인식되었기 때문에 신화 속에서 여성으로 의인화되었다.
- 9) 소크라테스가 지혜로운 사람으로 여겨진 이유는 델파이 신전에 있는 오라클을 만난 일화에서 나타난다. 그러나 오라클이 "스스로 지혜롭지 않다고 생각하는 소크라테스가 가장 지혜롭다"고 얘기했다는 일화를 소크라테스 자신의 입으로 제자들에게 전했다는 점은 아이러니하다. Ryan(1996, 2012)에서도 소크라테스가 진정 스스로를 지혜롭지 않다고 생각했다면 오라클의 말을 부정했어야 한다고 지적하였다.

다(Smith, 1998). 플라톤의 지혜 개념은 인지적 측면을 강조한 소크라테스의 그것보다 확장된 것이었으며, 지식을 올바르게 사용하는 방법을 포함하는 실체적 기술로 이해되었다(Robinson, 1990; Smith, 1998).

플라톤과 비슷한 시기에 소크라테스의 또 다른 제자였던 아리스토텔레스는 더욱 “유기적이고 복잡한(organic and complicated)” 지혜 이론을 발달시켰다(Osbeck & Robinson, 2005, p. 67). 인지적 능력과 재능의 측면에서 지혜를 생각했던 플라톤과 달리, 아리스토텔레스에게 지혜는 인간의 신중한 선택으로 나타나는 기질이자 성격 그 자체를 의미했다(Robinson, 1990; Osbeck & Robinson, 2005; Aristotle, 2013 original work 4th century BC). 그는 지혜를 두 가지로 구분하여 언급하였는데, 하나는 ‘실천적 지혜(practical wisdom, *phronesis*)’이며, 다른 하나는 ‘성찰적 지혜(philosophic wisdom, *sophia*)’이다(Osbeck & Robinson, 2005)¹⁰⁾. 실천적 지혜가 삶의 맥락에 따라 행동으로 발현되는 것이라면, 성찰적 지혜는 깊은 이해에 도달하기 위해 숙고하고 현상의 이면에 있는 원리를 탐구하는 것을 의미한다. 따라서 아리스토텔레스의 두 종류의 지혜는 각각 삶에 밀접한 실천적 측면의 지혜와, 현상의 원리를 숙고하는 인지적 측면의 지혜를 언급한 것이라고 볼 수 있다¹¹⁾.

10) 아리스토텔레스의 지혜 개념은 연구자들의 관점에 따라 다양하게 구분된다. Osbeck & Robinson(2005)와 달리, Smith(1998)은 현대적 의미의 ‘과학지식’에 대응되는 ‘에피스테메(episteme)’를 ‘성찰적 지혜’를 뜻하는 ‘소피아(sophia)’와 한데 묶어 ‘이론적 지혜(theoretical wisdom)’로 보고 ‘프로네시스(phoronesis)’를 ‘실천적 지혜(practical wisdom)’로 보는 구분을 취하기도 하였다.

11) 이런 해석에는 여러 비판이 있을 수 있다. 먼저, 아리스토텔레스의 프로네시스 개념이 보통 ‘실천적 지혜’로 번역되기는 하나 실제로 그것의 현대적 의미가 ‘사회과학적 지식’에 가깝다는 비판이다(정원규, 2018, 12, 14 개인서신). 그러나 아리스토텔레스가 프로네시스를 “실천적인 지혜는 사람에게 좋고 나쁜 것과 관련하여 행동할 수 있는 참되고 이성적인 마음가짐”이라고 기술한 것을 참고할 때(Aristotle, 2013), 프로네시스가 현대적 의미의 사회과학적 지식과 더불어 개인적인 차원에서 삶을 살아가는 데 필요한 지혜로운 성품을 의미하는 것으로 볼 수도 있다. 이와 비슷하게, 현대의 관점에

아리스토텔레스 이후에 지혜는 철학적 담론에서 거의 사라지다시피 했다 (Smith, 1998). 피론(*Pyrrho*, 365-275 BC)으로 대표되는 그리스 시대의 회의주의는 지혜라는 개념에 거의 관심을 두지 않았고, 초대 교회의 교부(Fathers, 敎父)들은 그리스 시대의 지혜 개념에 대해 의구심을 갖기 시작했다(Smith, 1998). 이후 중세에 이르러 토마스 아퀴나스가 자연 신학을 발전시키는 과정에서 지혜에 대한 철학적 논의가 다시 등장한다. 그는 철학과 기독교의 연관성에 대한 저작 『*Summa contra gentiles*』에서 지혜로운 사람을 “사물에 적절한 질서와 방향을 주고, 그것을 잘 다스리는 사람¹²⁾”으로 묘사한다. 따라서 가장 지혜로운 존재는 보편적 목적이자 근원에 관심을 두는 사람이고 이는 곧 신(God)을 가리켰다. 따라서 지혜로운 인간이 할 수 있는 일은 “신에 관한 진실들에 대해 묵상하고, 토론하며, 거짓에 대항하여 싸우는 것¹³⁾”이라고 보았다. 여기서 ‘신에 관한 진실들’은 세계의 근원이자 모든 현상의 원인에 대한 진실들로서, 자연 세계에 대한 신학적 탐구를 의미한다. 요컨대 아퀴나스에게 지혜는 만물의 근원과 원리이자 목적이었다. 따라서 그가 생각하는 ‘지혜로운 사람’은 세계의 궁극적 근거를 탐구하는 형이상학에 몰두

서는 P. B. Baltes를 필두로 하는 베를린 학파의 지혜 패러다임, 즉 지혜를 삶에 밀접한 지식 체계로 보는 관점이 아리스토텔레스의 프로네시스 개념과 유사한 성격을 띠다고 볼 수 있겠다. 다른 한 가지의 비판은 실천적 측면의 지혜와 인지적 측면의 지혜를 구분하여 이해하는 것이 과연 지혜를 온전히 이해하는 방법으로 적절한가 하는 지적이다(이경호, 2018, 12, 14, 개인서신). 실제로 다음 절에서 이어질 심리학적 논의에서는 인간의 여러 측면들 간의 균형과 통합으로 지혜가 이해되기도 한다. 그러나 본 절에서는 여러 철학자들의 지혜에 대한 생각이 어떻게 변해왔는지를 살펴보고자 하는 것이 목적이므로, 지혜에 대한 연구자의 생각을 밝히는 것보다 지혜에 대한 철학적 문헌들의 내용을 충실히 분석하는 것에 초점을 맞추고자 하였다.

- 12) 원문: one of those who give things an appropriate order and direction and govern them well(Kretzmann & Stump, 1998, p. 440에서 재인용).
- 13) 원문: the role of the wise person is to meditate on the truth, especially the truth regarding the first principle, and to discuss it with others, but also to fight against the falsity that is its contrary(Kretzmann & Stump, 1998, p. 440에서 재인용).

하는 사람이며, 그렇게 함으로써 신의 존재를 입증할 수 있다고 보았다.

현대에 이르러서는 ‘좋은 삶을 가능케 하는 것’으로서의 지혜에 대한 철학적 논의가 다시 주목을 받고 있다(Smith, 1998). 즉, 지혜라는 개념이 무엇인가에 대한 논의보다 ‘지혜로운 사람’의 정의에 대한 철학적 논증이 지혜 담론의 중심 주제가 되었다. Ryan(1996)은 “잘 사는 법(how to live well)을 알고 있다면, 그 사람은 지혜롭다(Ryan, 1996, p. 238)¹⁴⁾”는 명제로부터 출발하여 어떤 사람이 지혜로운지에 대해 반례를 통해 논의를 구체화해 나갔다. 그는 “자유 행위자(free agent)이며, 잘 사는 법을 알고, 실제로 잘 살고, 그것이 자신의 지식에 의한 것(Ryan, 1996, p. 241)¹⁵⁾”일 때, 그 사람은 지혜롭다고 말할 수 있다고 결론 내렸다. 하지만 이 정의는 ‘잘 살아가는 것(living well)’이 무엇을 의미하는지 명확히 할 것을 필연적으로 요구한다. 이에 관한 Garret(1996a)의 논의, 즉 ‘최선의 삶(best life)’이 무엇인지에 대한 고찰은 주목할 만하다. 그에 의하면 주어진 조건과 환경 안에서 최선의 삶일 경우, 비록 그것이 통상적으로 생각하는 ‘잘 사는 것’으로 보이지 않더라도 지혜의 필요조건이 될 수 있다. 결론적으로 그는 지혜를 “최선의 삶을 사는 데 필수적인 이해와 그에 대한 정당화된 믿음들(Garret, 1996a, p. 230)¹⁶⁾”로 정리하였는데, 그가 생각하는 지혜롭기 위한 ‘최선의 삶’이 어떤 모습이어야 하는지는 그의 다른 연구 Garret(1996b)에 드러나 있다. Garret(1996b)은 가능한 방법을 선택함에 있어 건전한 가치가 우선될 것과 좋은 삶을 위해서는 도덕성이 근본이 될 것을 강조하였다. 나아가 더 나은 세상을 위한 핵심으로서의 ‘보편적 지혜(universal wisdom)’가 필요함을 역설하면서 지혜가 공동선과 윤리적

14) 원문: S is wise iff S knows how to live well.

15) 원문: S is wise iff (i) S is a free agent, (ii) S knows how to live well, (iii) S lives well, and (iv) S's living well is caused by S's knowledge about how to live well.

16) 원문: Wisdom is that understanding and those justified beliefs which are essential to living the best life.

덕목의 가치를 포함한다는 시각을 견지하였다. 이런 논의들의 연장선에서, 최근에는 인식적이고, 실제적이며, 도덕적인 합리성을 추구하는 것을 지혜로 보는 “지혜의 깊은 합리성 이론(The Deep Rationality Theory of Wisdom)”도 등장하였다(Ryan, 2012).

지식 중심 사회의 문제의식으로부터 지혜를 추구하는 성찰적 연구들도 있었다. 지식 사회의 반(反)환경성을 극복하기 위해 불교생태학적 지혜가 요구된다는 주장(김종욱, 2006), 지혜가 유의미한 가치를 창조할 수 있다는 주장 등(이기홍, 2011), 지혜를 변론하는 여러 시도들이 있었다. 인간의 심리적 기질으로서 ‘도덕적 지혜(moral wisdom)’를 강조한 Kekes(1992, 1995)는 삶과 관련된 문제에 건전한 판단을 내리고 실천으로 이어질 것을 요구하면서 이것이 개인의 좋은 삶과 정의의 실현으로 이어진다고 보았다. 소크라테스의 재판과 사형을 둘러싼 논란을 아리스토텔레스의 실천적 지혜 관점에서 비평하거나(반성택, 2012), 실천적 지혜가 윤리학 학습과 도덕 교육에 줄 수 있는 시사점을 제안하는 연구들이 있다(박장호, 2004). 장자 철학에서 지혜를 다룬 연구도 있었다(이종성, 2012). 장자의 철학은 직관적 지혜의 창조성을 중시하고 생태학적 지혜의 관념을 다루기 때문에 현대 다문화 시대의 소통과 공존을 위한 인식 제고에 의의가 있다고 평가된다(이종성, 2012).

살펴본 것처럼, 지혜는 고대 그리스 시대부터 중세를 거쳐 현대에 이르기까지 조금씩 그 의미가 변화해 왔다. 매우 초기에는 순결과 자비의 미덕을 수반하는 여성의 바람직한 성품으로 여겨졌으며, 그리스 철학자들에 의해 논의되면서부터는 성찰과 실천의 측면이 강조되기 시작하였다. 이후 중세에는 지혜의 개념적 지위가 신의 영역으로 격상되어 인간이 지향해야 할 삶의 목적으로서 여겨지기도 하였다. 현대에는 지식 중심 사회의 대안으로 지혜를 추구하는 목소리가 종종 등장하였다. 또한, 개인의 좋은 삶과 사회의 윤리성 회복을 이끄는 지향적 가치로 여겨지고 있다.

이처럼 철학적 논의에서 지혜는 강조되는 측면이 조금씩 달라졌고, 과거의 의미도 꾸준히 재해석되었다. 이 과정에서 신(神)이나 비범한 성인들의 것으로 여겨졌던 지혜는 점차 보통의 사람들과 사회가 추구할 수 있는 것으로서 보편화되었다. 또한, 현상을 탐구하고 깊이 이해하는 것과 실제적 문제들을 해결할 때 윤리성을 고려하는 것은 지혜의 논의에서 변함없이 강조되어 온 측면이다. 이런 특성은 지혜를 지식으로부터 구분 짓는 가장 큰 차이점이자 교육적 목표로서의 지혜의 적절성을 뒷받침하는 근거가 될 수 있다.

2.1.2. 심리학적 관점에서의 지혜: 지혜는 어떤 상태를 이르는 개념인가?

지혜 개념은 오래 전부터 존재했지만 심리학자들이 본격적으로 관심을 갖기 시작한 것은 전생애 발달 연구가 활발해지기 시작한 1980년대부터이다 (Baltes, Dittmann-Kohli & Dixon, 1984; Clayton & Birren, 1980; Smith & Baltes, 1990). 지혜는 노화가 진행되면서도 꾸준히 성장할 수 있는 정신적 영역으로 여겨졌으며 성공적인 성격 발달의 많은 측면들과 긴밀히 관련되어 있다(Assmann, 1994; Baltes & Staudinger, 2000). 이처럼 지혜를 일생에 걸쳐 일어나는 지속적 성격 발달의 결과로 보는 연구자들은 ‘지혜로운 사람’의 특성에 주목하면서 자기초월(Orwoll & Perlmutter, 1990, p. 160)¹⁷⁾, 성찰적 판단(Kitchener & Brenner, 1990, p. 218) 등을 지혜의 핵심 지표로 간주하였다.

Sternberg(1990)는 지혜가 지능 및 창의성과 어떤 관계가 있는지 비교분석함으로써 지혜에 대한 암묵적 이론과 명시적 이론을 함께 제시하였다. 이후 Sternberg(2003)는 지혜를 “개인 내적인, 개인들 간의, 그리고 초개인적인

17) ‘자기초월’은 ‘self-transcendence’의 번역이다.

이해관계 속에서 단기간·장기간에 걸쳐 환경에 적응해가며 공동선을 획득하기 위해 지능과 창의성을 성공적으로 적용하는 것(Sternberg, 2003, p. 152)18)으로 규정하였다. 이 관점에 의하면 지혜는 지능과 창의성을 조절할 수 있는 더 높은 수준의 인지적 상태를 의미한다. Sternberg(2003)의 정의가 설득력을 갖는 이유는, 지혜롭다고 여겨지는 행동이나 방법이라고 하면 대체로 보통 사람들이 생각해내기 어려운 ‘참신하면서도 효과적인’ 어떤 것을 기대하게 되기 때문이다.

하지만 창의성과 지능(또는 인지적 능력)을 지혜의 요소로 보는 것과 그들의 결합을 지혜로 정의하는 것 사이에는 개념적인 차이가 있다. 전자의 경우, 창의성과 지능 외의 다른 요소들이 끼어들 여지가 있지만, 후자의 경우는 정서나 실천적 역량과 같은 다른 요소들의 개입을 허락하지 않게 된다. 그럼에도 Sternberg(2003)가 이야기하는 지혜는 지능과 창의성의 ‘성공적인 적용’을 일컫는 것이기 때문에 주목할 만한 가치가 있다. 지능과 창의성이 있는 ‘상태’가 아니라 그것의 ‘적용’을 강조하는 것은 지혜가 구체적인 행동이나 방법으로 발현될 것을 뜻하기 때문이다. 이는 지혜의 핵심이 ‘무엇을 알고 있는가’보다 그것을 사용하는 방식, 즉 실천으로 이어졌을 때 의미가 있다는 주장과도 상통한다(Meacham, 1990).

일부 연구자들은 지혜 계발을 위한 전제조건으로 경험에 대해 열린 태도, 전통과 관습에 대한 비판적 평가 능력 등을 제시하였다. 그리고 이것들이 교육을 통해 충분히 가르쳐질 수 있다고 보았다(Csikszentmihalyi & Nakamura, 2005). 하지만 교육을 통해 ‘어떻게’ 가르쳐질 수 있을지에 대해서

18) 원문: the application of successful intelligence and creativity as mediated by values toward the achievement of a common good through a balance among intrapersonal, interpersonal, and extrapersonal interests, over short and long terms, in order to achieve a balance among adaptation to existing environments, shaping of existing environments, and selection of new environments

는 구체적인 논의가 이어지지 않고 있다. 지금의 교육이 상당 부분 ‘아는 것(knowing)’에 집중되어 있다면, 지식은 ‘무엇을 아는가(knowing what)’의 문제이고 지혜는 ‘어떻게 아는가(knowing how)’의 문제이다. 더불어 지혜는 학문적 지식뿐 아니라 삶에 필요한 지식에 대해서도 알 것을 요구한다. 요컨대 지혜는 근본적으로 ‘어떻게 살아야 하는지를 아는 것(knowing how to live)’이다(Kupperman, 2005). 교육을 통해 지혜를 계발하고자 한다면, 학습자의 삶에 도움이 되는 유용한 지식들이 교수학습의 주(主)가 되어야 할 것이다. 또한, 지식의 양보다 지식을 얻고 활용하는 방법에 대한 교육이 함께 이루어져야 하겠다.

한편, 심리학에서의 지혜 연구를 관통하는 큰 개념은 ‘통합’이다(e.g. Birren & Fisher, 1990; Pascual-Leone, 1990; Baltes & Staudinger, 2000; Ardel, 2003; Kunzmann & Baltes, 2003). 지혜를 위해 통합을 이뤄야 하는 요소들, 즉 지혜의 구성요소에 대해서는 학자들마다 그 의견이 다양하다. 특정 의식이나 심리현상을 몇 개의 구성요소로 분석하고 그 요소의 결합이자 총체로서 대상을 규정하려는 요소주의(elementalism) 전통은 심리학자들의 지혜에 대한 연구에도 그대로 적용되었다. 그렇다면 지혜는 무엇이 통합된 상태를 의미하는가?

Birren & Fisher(1990)는 문헌들에 등장하는 지혜의 암묵적 또는 명시적 정의들을 추출해 제시하면서, 지혜가 “개인적·사회적 수준에서 적절한 결정을 내리기 위한 경험, 인지 능력, 정서를 수반한다(Birren & Fisher, p. 324)¹⁹⁾”고 얘기하였다. 그에 의하면 경험, 인지능력, 정서는 지혜의 필수적인 요소이지만 각각이 지혜의 충분조건이 되지는 않는다. 결국 경험과 인지능력, 그리고 정서가 조화롭게 통합된 정신적 상태를 곧 지혜로 보았다고 해석할 수

19) 원문: Wisdom brings together experience, cognitive abilities, and affect in order to make good decisions at an individual and societal level.

있다. 하지만 조화, 균형, 통합이라는 개념들은 지혜만큼이나 규정하기 어려운 개념들이므로 여전히 ‘어떻게’ 균형을 이룰 것인지 하는 문제가 남아있다.

Labouvie-Vief(1990)는 고대 그리스 시대의 언어를 빌려, 지식의 두 가지 양식인 ‘미토스(mythos, 신화)’와 ‘로고스(logos, 이성)’가 균형 있게 통합된 인지상태를 지혜로 정의하였다. ‘미토스’와 ‘로고스’는 의미론적으로 모두 말(word)을 가리키나, 구체적으로 미토스는 ‘말하기, 서술, 줄거리, 대화’를 의미하고 로고스는 ‘계산, 추산, 설명, 규칙, 원칙’ 등을 의미한다. 미토스적 방식에서 ‘경험’은 전체적이며 ‘자기 자신’과 ‘생각의 대상’ 사이의 긴밀한 동일성을 기반으로 이루어진다. 이는 ‘아는 사람’과 ‘알게 된 대상’도 분리되지 않는 상태인 일체(一體)로서 경험을 정의하기 때문에 지식 형성과정에서 주체의 주관성이 강하게 작용한다고 본다. 반면, 로고스적 앎의 방식은 증명되고, 규정될 수 있는 형태의 객관적 지식을 의미하기 때문에 지식을 받아들이고 생각하는 주체의 주관성은 배제된다. 그는 성인기의 발달 목표가 “미토스를 발달시킴으로써 로고스의 균형을 잡는(Labouvie-Vief, 1990, p. 67)²⁰⁾” 데 있으며 이것이 곧 지혜라고 보았다. 이 또한 지혜를 높은 차원의 정신적 상태로 보는 견해에 속한다. 과학지식이 높은 수준의 권위를 갖게 되고 객관성이 지식의 절대적 조건이 된 지금의 시점에서, 그의 주장은 지식 중심의 과학교육을 균형의 관점에서 재고해 볼 필요가 있음을 시사한다.

인간의 다양한 정신적 측면들의 통합을 지혜의 핵심으로 보는 견해는 Kramer(1990)에서도 찾아볼 수 있다. 그는 모든 현상이 상호의존적으로 연결된다는 유기체적 관점에서 지혜를 해석하면서 높은 수준의 인지와 정서의 통합을 지혜의 필수 조건으로 간주하였다. 유기체적 관점이란 변인들이 시간이 지남에 따라 주변과의 상호작용을 통해 변증법적으로 진화한다고 보는 것이다. 그는 인간의 지혜도 수많은 경험과 사고, 반성의 과정을 거치면서

20) 원문: It consists of a balancing of logos as mythos is upgraded.

인지와 정서의 통합에 도달한 상태라는 생각을 제시하였다. 앞서 살펴본 Birren & Fisher(1990), Labouvie-Vief(1990)과 마찬가지로 인간의 정신적 영역들이 통합된 상태를 지혜로 보고 있으며 그 과정에서 풍부한 경험과 성찰하는 습관을 발달 요소로 제안하였다.

인간 내적인 측면들 간의 통합을 넘어 성찰과 행동, 달리 말하면 사고와 경험의 통합으로 지혜를 바라보는 연구들도 있다. Holliday & Chandler(1986)는 지혜로운 사람의 특성에 관한 일반인들의 인식을 조사하여 비범한 이해력(exceptional understanding), 판단과 소통 기술(judgment and communication skills), 전반적 역량(general competence), 대인 기술(interpersonal skills), 차분한 태도(unobtrusiveness)라는 지혜의 다섯 가지 요인을 도출하였다. 이는 지혜로운 사람이 되기 위해서는 뛰어난 인지능력과 사고력에 더하여 그에 걸맞은 사회적 행동양식이 수반되어야 함을 의미한다. 지혜에 대한 전반적인 인식 가운데 하나는 그것이 개인과 타인의 삶에 ‘실제적으로’ 유용해야 한다는 것이다. 개인의 인지적·정서적 측면이 아무리 높은 차원으로 발달한다 하더라도 그것이 외적으로 발현되지 않는다면 지혜로 인식하기 어렵다는 생각이다. 통합을 내세운 앞선 주장들(Birren & Fisher, 1990; Labouvie-Vief, 1990; Kramer, 1990)이 내면의 정신적 상태를 지혜로 보는 관점을 견지한 것에 비해, Holliday & Chandler(1986)는 외적으로 발현되는 인간의 의식적 행위나 활동을 통해 지혜를 이해할 수 있다고 보았다. 특히 소통의 기술, 대인 기술, 신중한 처신 등은 타인과의 상호작용에서 필요한 실천적 지혜를 의미하는 것으로, 인간적 내면적 상태를 지혜로 보는 관점과 비교했을 때 비교적 지혜를 판단하기 수월하다는 장점이 있다.

지혜를 유용한 지식체계의 일종으로서 ‘삶의 운용술(fundamental pragmatics of life)’로 보는 관점도 있다(Baltes & Smith, 1990; Baltes, Smith, & Staudinger, 1992). 이처럼 지혜를 지식체계로 환원하여 해석하려

는 시도는 다소 급진적이며 지혜의 고차원적인 성격을 격하한다는 평가를 받기도 한다.²¹⁾ 하지만 바꿔 생각해보면, 지식과 지혜의 긴밀한 연관성을 밝힐 수 있다는 점에서는 긍정적이다. 실제로 이런 관점을 견지하는 학자들은 지혜에 관련된 지식(wisdom-related knowledge)이 연령이나 전문가 집단에 따라 어떻게 달라지는지 조사하거나(Pasupathi, Staudinger, & Baltes, 2001), 동기, 정서, 대인적 영역과 어떤 상관관계가 있는지를 밝혀내는 등(Kunzmann & Baltes, 2003) 지혜를 위한 지식의 발달 가능성에 대해 폭넓은 연구를 진행하고 있다.

개괄해 본 바, 심리학에서 바라본 지혜의 모습은 여러 요소들 간의 균형 잡힌 통합을 지향하는 이상적인 상태로 그려짐을 알 수 있었다. 특히, 통합과 균형은 인간 내적인 요소들 간의 통합이기도 하며, 성찰과 경험 및 행동 간의 통합처럼 인간 내·외적인 측면들 간의 통합을 의미하는 것이기도 했다. 지식의 상이한 두 가지 유형인 로고스와 미토스 간의 통합을 지혜로 보는 시각과 함께 삶에 관한 지식 자체를 지혜로 보는 관점도 살펴보았다.

심리학에서 지혜는 ‘도달해야 하는 정신적 상태’로서 발달심리학적 목표로 기능하고 있었다. 심리학에서 보는 지혜의 모습이 삶에 밀접하게 관련된 능력을 가질 것을 요구하나 매우 이상적인 상태로 묘사된다. 이는 성격발달의 한 측면에서 지혜가 주목받기 시작했기 때문이기도 하지만, 지혜가 인간의 상태를 설명하는 개념들 중에서 가장 상위에 있는 개념으로 인식된다는 점도 간과할 수 없는 이유이다.²²⁾ 심리학은 지혜에 관한 다른 어떤 분야보다 더

21) 지혜를 삶에 관한 전문적 지식 체계로 보는 관점(Smith, Dixon, & Baltes, 1989; Baltes & Smith, 1990)은 지혜를 “제한된 기술적 전문지식(limited technical expertise)(Chandler & Holliday, 1990, p. 136)”의 모습으로 왜곡시킨다는 비판을 받기도 하였다.

22) 이에 대해 Birren & Fisher(1990)은 “지혜는 경험과 융합된 요소들의 복합체로서, 위계적 체계의 가장 꼭대기에 있다(원문: Wisdom is at the top of a hierarchically organized system in which wisdom is a complex compound of elements blended with experience.).”고 표현하였다.

직접적이고 활발하게 지혜의 의미와 개념적 구조에 대해 탐구해 왔다. 하지만 연구가 누적됨에도 불구하고 지혜에 대한 상이한 시각들은 합의점을 찾지 못하고 혼재된 상태로 남아있다. 따라서 이상화되고 확장된 의미의 지혜를 보다 접근 가능하고 명확한 형태로 수렴하는 작업이 이어질 필요가 있겠다.

2.1.3. 교육적 관점에서의 지혜: 지혜를 가르칠 수 있는가?

교육학에서 지혜에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 지혜가 학생의 성적이거나 학교생활에 어떤 영향을 주는지, 과거 사상가들의 지혜 개념을 교육 콘텐츠로 어떻게 활용할지에 관한 연구들이 일반교육학이나 교과교육학 분야에서 부분적으로 진행되어 왔다(e.g. 김기수, 1997; 김성주, 김상현, 2014; Salloum, 2017). 그러나 지혜가 교과교육학에서 어떻게 정의되어야 하며 학생들의 지혜가 교과교육을 통해 길러질 수 있는지, 있다면 어떤 방법을 통해 가능하고 그때 무엇을 고려해야 하는지와 같은 구체적인 문제에 대해서는 본격적으로 이루어진 연구가 매우 드물다. 따라서 지혜에 대한 교육학적 연구들을 살피는 것보다 ‘지혜를 가르칠 수 있는가?’라는 물음의 시각에서 지혜에 관한 다방면의 연구들을 검토하는 것이 더 적절하다고 생각된다.

지혜를 정의하고 그것의 개념적 요소들을 파악하는 것이 중요한 이유는 그에 따라 지혜의 교육가능성(teachability)에 대한 논의가 달라지기 때문이다(Norman, 1996). Baltes & Smith(1990)처럼 지혜를 삶의 운용술로 보는 관점을 취한다면 지혜를 일종의 ‘인생 지식’으로서 직접적이고 교훈적인 방식으로 학생들에게 가르칠 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 반면, 지혜에 대해 성찰적 판단(reflective judgment) 모형을 제시한 Kitchener(1986)의 관점에 따르면 성인들의 삶에 내재하는 문제들 및 불확실성에 대처하는 태도와 능력이 지혜의 발달과 깊게 관련된다. 따라서 비교적 나이가 어린 학생들에게

지혜로워지기를 기대하기란 어려운 일이 된다. 실제적 문제들에 관한 경험과 성찰이 누적되어 인생의 후반기에 깨닫게 되는 것이 지혜라면 교과교육학, 특히 과학교육이 기여할 수 있는 여지는 많지 않아 보인다.

지혜에 대한 연구가 시작된 초창기의 심리학에서는, 노년기에 도달하는 정신적 발달상태로 지혜를 보는 관점이 주를 이루었다.(e.g. Clayton & Birren, 1980; Clayton, 1982; Moody, Clayton, & McKee, 1983; Sternberg, 1985). 하지만 최근의 경험적 연구들은 청소년기와 청년기에 지혜의 핵심 구성요소들이 발달한다는 결과를 보이기도 하였다(Pasupathi, Staudinger & Baltes, 2001; Staudinger & Pasupathi, 2003, Meacham, 1990). 청소년기는 창의성, 도덕적 추론, 관점 전환 능력과 같은 지혜에 관련된 지식(wisdom-related knowledge)이 크게 성장하는 시기로 여겨진다(Richardson & Pasupathi, 2005). 인지적·성격적 발달이 급격하게 이루어지는 청소년기에 지혜의 씨앗이 될 수 있는 요소들이 같이 증가할 수 있다는 얘기이다. 즉, 지혜의 발현 시기가 늦는 것일 뿐이지 지혜의 형성을 뒷받침하는 기저 요소들은 청소년기부터 성장할 수 있는 것으로 보고 있다. 하지만 이런 주장들은 지혜가 중·장년기에 이르러서야 도달할 수 있는 정신적 상태라는 관점을 완전히 반증하지는 못한다.

반면, 오히려 나이가 들수록 지혜가 줄어든다고 보는 정반대의 관점도 있다(Meacham, 1990). 지식이 틀릴 수 있음을 인정하고 앎과 회의 사이에서 균형을 추구하는 것은 높은 수준의 인지와 평균 이상의 지능을 요구한다²³⁾. 따라서 인지적 측면의 지혜에 대해서는 노년기보다 청년기에서 더 높을 가능성도 충분하다. 유사하게, 유년기 수준에서의 지혜를 지식 축조(knowledge

23) Meacham(1990)은 지식의 잠정성, 자신이 모르는 것을 아는 것, 아는 것과 의심하는 것 사이의 균형 등을 지혜로 보았다. 이런 관점은 고차원적인 인지 능력을 지혜의 핵심이자 거의 전부로 보고 있다는 것을 시사함으로써 경험이나 정서와의 통합을 지혜로 보는 여타의 관점들과 차이를 보인다.

building)의 관점에서 보는 시각도 존재한다(Reeve, Messina & Scardamalia, 2008). 그들은 초등학생의 지식을 대하는 지혜가 학년이 올라갈수록 어떻게 변화해 가는지 연구함으로써 유년기 학생들의 지혜 발달 가능성을 긍정적으로 평가하였다. 이는 학교교육과 지혜 발달의 관계가 보다 긴밀해질 수 있음을 시사한다. 요컨대 청소년기는 “지혜의 씨앗(Seeds of wisdom)(Pasputhi, Staudinger, & Baltes, 2001, p. 351)”을 품고 있는 시기로서, 교육이 조력하는 정도에 따라 이후에 더욱 지혜로워질 것이라고 기대해볼 수 있겠다.

한편, 최근에는 창의성과 지혜의 관계를 교육적 관점에서 바라보는 연구들도 등장하고 있다. Craft, Gardner & Claxton(2008)은 교육에서 추구되어온 창의성이 가치중립적이고 도덕적 기준이 부재했다는 점에 주목하며 지혜를 수반하는 창의성이어야만 자신과 공동체, 사회에 기여할 수 있다고 보았다. 비슷하게, 창의성 증진을 위해 고안된 교육적 조치들이 지혜의 함양에 오히려 해가 될 수 있다고 보면서 윤리적 책임감에 대한 필요성을 제기하기도 하였다(Simonton, 2008). ‘지혜로운 창의성(creativity with wisdom)’을 함양하게 할 수 있는 새로운 수업 방식이 제안된 바도 있다(Rowson, 2008). 이에 의하면, 창의적이면서도 현명한 선택을 한 인물들의 일화를 소개하거나 반대로 창의적이지만 지혜롭지 못한 경험에 관해 이야기하고 토의하는 활동은 두 개념의 관계를 통합적으로 고려해 볼 수 있는 기회가 된다. 이런 제안들은 창의성 교육이 새로움과 유용성의 가치에 치중하여 도덕적 가치와 사회적 영향력에 대한 고려를 등한시해왔음을 지적하면서 지혜가 그 자리를 메울 수 있을 것이라고 보고 있다. 이로부터 사회문화적 가치를 중요시하고 공동체의 더 나은 상태를 지향하는 것이 지혜의 본질적 가치로 여겨지고 있음을 다시 한번 확인할 수 있다.

그렇다면 지혜로운 방식으로 창의성을 장려하는 교사의 모습은 어떠해야 할까? 먼저, 교사들이 학생들에 대해 갖고 있는 편견과 속단을 중단하여 창의

성이 잘 발현될 수 있도록 해야 할 것이다(Trotman, 2008). 더불어 교사들을 “놓아줄 것(letting go)”, 즉 자율성을 보장하고 그들을 신뢰하는 방향으로 정책이 나아가야 한다. 이렇게 함으로써 교사들의 직관적 판단력, 불확정성에 대한 대응, 그리고 공감능력이 향상될 수 있다(Trotman, 2008). 이런 견해는 지혜가 학습자들만의 문제가 아니라 교사를 비롯한 교육 종사자들 모두에게 요구되는 자질이라는 생각을 뒷받침한다. 뿐만 아니라, 교사의 창의성이 발현될 수 있는 환경이 갖추어질 때 학생의 창의성도 지혜롭게 성장할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 살펴본 것처럼 지혜와 창의성은 서로 상호보완적인 관계에 있는 것처럼 여겨지는 것 같다. 하지만 앞서 살펴본 것처럼 창의성을 지혜의 필수요소로 보는 관점도 있다(Sternberg, 2003). 지혜와 창의성의 관계에 대한 논의에 대해서는 교육의 관점에서의 이론적·경험적 연구가 더 필요해 보인다.

초점을 바꿔서, 지혜의 교육가능성을 논의하기 위해서는 ‘지혜’의 일상적 용례에 대해서도 살펴볼 필요가 있다. 우리가 어떤 사람에게 ‘지혜롭다’고 할 때는 보통 다음의 두 가지 의미로 나뉜다. 영역특수적(domain-specific) 지혜와 일차적(primary) 지혜가 그것이다(Norman, 1996). 영역특수적 지혜는 ‘~에 관한 지혜(wisdom about something, p. 253)’ 또는 ‘~의 지혜(wisdom of something, p. 253)’로 표현된다. 보통 해당 영역의 지식이 풍부하고 관련 문제들을 다른 구성원들이 납득할 수 있는 방식으로 해결할 수 있을 때, 그 사람은 영역특수적 지혜가 있는 사람으로 간주된다. 하지만 ‘그 분은 매우 지혜로운 사람이다’와 같은 명제에서 드러나는 탈-영역적 지혜로움은 일차적 지혜에 해당한다. 이는 그 사람의 전공이나 직위, 속한 조직과 무관하게 전반적으로 지혜로운 삶을 영위하고 있다는 것을 뜻한다. 우리는 이런 일차적 지혜를 가진 사람이 보통 사람보다 좀 더 신중하고, 깊이 생각하며, 주변 사람들에게 유용한 조언을 해줄 것이라고 기대할 수 있다.

그러면 과학교육에서 지혜를 지향하고자 할 때는 과학-특수적 지혜(science-specific wisdom)와 일차적 지혜(primary wisdom) 중에 어떤 유형의 지혜를 목표로 해야 할까? 영역특수적 지혜의 입장에서 보면, ‘과학에 대해 지혜로운 사람’, 또는 ‘지혜로운 과학자’를 양성하는 것이 과학교육의 목표가 된다. 과학에 대해 지혜롭다는 것은 풍부한 과학지식을 갖고 과학에 대해 깊이 이해하며, 나아가 과학이 과학 외 분야와 어떤 관계에 있는지를 통찰할 수 있다는 것을 의미한다. 과학과 관련된 문제들을 보통 사람들이 생각해내기 어려운 방식으로 해결할 수 있는 사람도 과학에 대해 지혜로운 사람으로 여겨질 수 있다. 반면에 일차적 지혜의 입장을 취한다면, 과학교육을 통해 학습자가 일반적인 의미의 지혜로운 상태에 도달하도록 만드는 것이 과학교육의 목표가 될 것이다. 이럴 경우, 지혜를 길러내는 데 과학이 기여할 수 있는 바가 무엇이며 과학이 지혜의 어떤 영역을 길러줄 수 있는지에 대한 논의가 필연적으로 요구된다.

한편, 일반적 지혜(general wisdom)와 개인적 지혜(personal wisdom, Staudinger, 1999; Mickler & Staudinger, 2008; Ferrari & Weststrate, 2013)의 구분 및 개별적 지혜(individual wisdom)와 집단적 지혜(collective wisdom, Surowiecki, 2004; Briskin, Erickson, Ott, & Callanan, 2009; Landemore & Elster, 2012)의 구분도 있다. 개인적 지혜는 일반적 지혜(general wisdom)와 대조되는 것으로, 개인적인 ‘삶의 기술(art of living)’에 대한 심리학적 접근을 끌어내기 위해 제안되었다²⁴⁾. 개인적 지혜 개념을 처음 제시한 Staudinger(1999)는 지혜는 경험으로부터 얻어진다는 가정을 바탕으로 일반적 지혜는 일반적인 경험으로부터, 그리고 개인적 지혜는 개인적 경험으로부터 얻어진다고 보았다. 개인적 지혜의 관점에서는 성숙한 성품이

24) 개인적 지혜(personal wisdom)는 자기조절과 성격 발달이라는 개인적 속성에 주목한 개념으로, ‘자기 관련 지혜(self-related wisdom)’로 불리기도 한다(Staudinger, 1999).

나 성격발달의 도달지점이 지혜로 여겨진다. 특히 일반적으로 경험되지 않는 개인의 특별한 사건이나 트라우마의 경험으로부터 개인적 지혜가 얻어진다고 보았다. 반면 일반적 지혜는 전형적 의미의 지혜를 연구하는 전문가들의 관점에 가까우며, 주로 관련된 사료(史料)를 바탕으로 이해되거나 대다수가 인정하는 지혜로운 사람의 특징을 밝힘으로써 파악된다. 개인적 지혜와 일반적 지혜는 모두 집단이 아닌 한 사람의 지혜를 설명하는 것으로서 개별적 지혜에 해당한다. 즉, 개인적 지혜가 한 사람의 개인적 경험과 특성으로 인해 얻게 된 비교적 주관적인 의미의 지혜라면, 일반적 지혜는 대부분의 사람들이 겪는 경험을 바탕으로 얻어진 보다 보편적인 의미의 지혜라고 볼 수 있다. 그러나 여기서 말하는 개인적 지혜와 일반적 지혜는 모두 한 사람의 지혜를 설명하는 개별적 지혜에 해당함으로써, 집단적 지혜와는 구별된다.

집단적 지혜는 Surowiecki(2004)에 의해 촉발되었고 Landemore & Elster(2012)에 깊이 논의된 바 있다. 각자의 지혜로움을 의미하는 개별적 지혜에 대비되는 표현으로, 특정 집단의 구성원들이 소유하거나 또는 만들어 낸 지식과 경험, 스킬 등의 총체를 의미한다(“collective wisdom” retrieved from International Encyclopedia of the Social Sciences.). 전형적으로 집단이 구성원 개인의 역량을 뛰어넘으며, 집단의 판단과 문제해결 및 의사결정 과정이 가능하다고 본다(Landemore, 2012). 집단적 지혜의 특징은, 첫째로 집단의 규모가 수백 만에 이를 정도로 크다는 것이고, 둘째는 구성원들 간의 직접적 소통이 없으며 개인적 숙고의 과정에 의지하지 않는다는 것, 마지막으로 시스템적인 연결망에 의해 가능하다는 것을 들 수 있다(Landemore, 2012)²⁵⁾. 그러나 집단적 지혜가 정말로 ‘지혜’인지에 대해서는 의문을 가질 수 있다(Andler, 2012). 개인적 숙고의 과정이 불필요하며, 집단의 의견이 반드시 사회에 도움이 되는 방향으로 결정된다고 보기도 어렵기

25) 이런 특징을 갖춘 집단적 지혜의 대표적인 예시로 인터넷 백과사전인 위키피디아(Wikipedia.com), 구글 검색엔진(Google.com) 등이 있다(Landemore, 2012).

때문이다. 이런 관점에서 집단적 지혜는 집단 지성(collective intelligence)으로 이해되기도 한다(e.g.이현주, 최윤희, 고연주, 2014). 그러면, 과학적 방법론과 과학이라는 지식 체계는 집단적 지혜와 집단 지성 중에 어느 것에 더 가까울까? ‘지혜’와 ‘지성’의 의미를 어떻게 해석하느냐에 따라 달라질 수 있겠지만, 과학의 면면을 들여다보면 지적인 측면과 지혜로운 측면이 모두 발견될 수 있을 것으로 생각된다.

‘지혜를 가르칠 수 있는가?’라는 본 절의 시작 질문은 곧 지혜가 실현 가능한 교육적 목표로서 적절한지를 묻는 것과 같다. 선행연구들을 교육의 관점에서 살펴본 바, 연구의 초창기에는 정신적 통합의 상태가 나이와 정적 상관관계에 있는 것으로 여겨졌으나 최근에는 청소년기에도 충분히 발달 가능하다는 연구들이 등장하고 있다. 이것은 청소년기의 지혜 연구가 활발히 수행되었기 때문이기도 하지만 지혜에 대한 연구가 누적되면서 개념적 범주가 확장되어 온 덕분도 있다. 게다가 나이들에 따라 오히려 지혜가 감소된다고 보는 관점도 있기 때문에(Meacham, 1983, 1990), 나이와 지혜의 관계에 대해서는 더 많은 경험적 연구가 필요해보인다(Jordan, 2005).

청소년들은 때론 어른이 생각하지 못하는 지혜로운 행동을 보이기도 하고, 나이와 상관 없이 지혜로운 사고방식과 태도를 보여주기도 한다. 심리학적 관점에서는 지혜를 인간의 성격 발달에 따른 정신적 상태로 보기 때문에 ‘지혜로운 인간’에 초점을 둔다. 하지만 교육에서 지혜를 다루고자 한다면, 지혜로운 사람이 누구인지 ‘판별’하는 것보다 지혜를 ‘실천’할 수 있게 하는 데 중점을 두어야 할 필요가 있겠다.²⁶⁾

또한, 지식이나 지능, 그리고 창의성과 지혜 관계에 대해서도 학자들 간에 의견이 분분함을 알 수 있었다. 창의성의 중요한 요소인 참신함, 유용함, 효율성 같은 요소가 지혜의 개념적 영역 안에도 포함되어야 하는지에 대해서는

26) 지혜의 개념적 요소들에 대해 이론적으로 고찰하는 것과는 별개로, ‘지혜롭다’는 형용사는 다른 사람보다 더 자주, 그리고 더 확실히 ‘지혜롭게 행동해온’ 사람들을 묘사할 때 사용된다(Claxton, 2008).

생각해볼 필요가 있다. 누구나 생각할 수 있는 뻔한 방식이 지혜롭다고 생각될 가능성은 크지 않다. 지혜는 도덕성(morality)과 인간성(humanity)까지 요구한다는 면에서 창의성과 구분된다고 보기도 한다(Claxton, 2008). 지혜와 창의성의 관계에 대해서는 더 많은 논의가 필요하겠지만, 최소한 방법이나 문제해결의 측면에서 드러나는 지혜는 어느 정도의 기발함과 결과의 유용성을 수반할 것으로 기대되는 듯하다.

지혜의 개념적 구분에 대해서도 살펴보았다. 과학교육에서 지향하는 지혜가 영역특수적인 것인지, 일차적인 것인지에 따라 과학교육의 목표와 실천 방안 또한 달라질 것이다. 또한, 일반적 지혜와 개인적 지혜, 그리고 집단적 지혜와 개별적 지혜의 구분도 과학교육의 목표로서 지혜의 의미를 생각해 보는 데 중요한 시사점을 준다. 모든 학습자가 각자 지혜로워지면서도 일반적인 의미의 지혜를 깨달을 수도 있으며, 특정한 과학자의 개별적 지혜와 과학이라는 학문적 시스템의 집단적 특성에 대해 지혜의 관점에서 논할 수도 있을 것이다. 이처럼 지혜의 여러 유형을 검토하고 그 중 어떤 것이 과학교육의 목표로서 적절한지 생각해 보는 것도 중요한 문제이다. 그러나 논의의 초점을 명확히 할 수 있다는 장점에도 불구하고, 특정한 유형의 지혜를 상정하는 것은 지혜에 대한 담론을 확장하는 데 제약이 될 수도 있다. 지혜를 구분하는 여러 기준들에 대해 무조건적으로 수용하는 것보다는 그러한 기준이 왜 필요하고 이어지는 논의에서 어떤 역할을 할 수 있는지에 대해 먼저 고려해볼 필요가 있겠다.

2.1.4. 선행연구 분석의 요약

2.1. 절에서는 본 연구의 핵심 개념인 '지혜'에 관한 선행연구들을 철학적, 심리학적, 그리고 교육적 관점에서 개괄하였다. 이를 통해 지혜의 학문적 연

구 흐름을 파악하고 과학교육의 지향점으로서의 지혜가 어떤 핵심적 가치들을 갖고 있는지 알아보고자 하였다([그림 2-1] 참조).

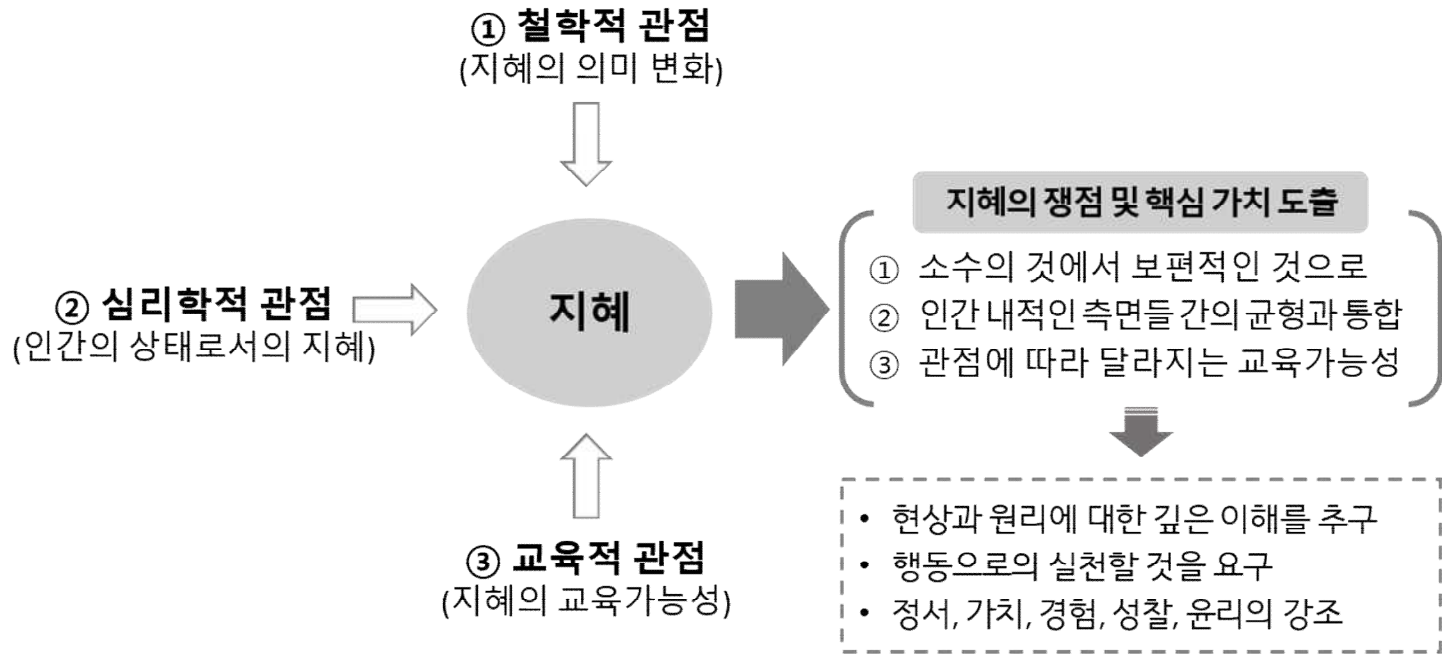
먼저, 지혜의 의미가 어떻게 변해왔는지에 주목하면서 지혜에 대한 철학적 문헌들을 살펴보았다. 고대 그리스 시대의 성인들이 주목했던 지혜로부터 현대적으로 인식되는 지혜에 이르기까지, 지혜의 의미는 시대에 따라 조금씩 달라져 왔다. 특히, 고대에는 지혜가 신의 영역으로 인식되거나 매우 비범한 소수의 인간만이 도달할 수 있는 높은 정신적 경지로 여겨졌음을 알 수 있었다. 반면, 현대에 이르러서는 개인과 공동체의 삶을 영위케 하는 것으로서 보다 보편적인 의미의 지혜로 인식되고 있음을 파악하였다. 또한, 깊은 삶을 추구하는 인지적 지혜와 삶을 꾸려나가는 데 도움이 되는 실천적 지혜가 강조되었으며, 그 과정에서 윤리적 측면과 더 나은 상태를 추구하는 방향성이 공통적으로 발견되었다. 지혜의 이런 특성은 지식과 구분되는 가치 지향적 측면을 드러내면서 지혜가 여전히 교육적 목표로 당위성을 가질 수 있음을 보여주고 있다.

심리학에서는 지혜가 어떤 정신적 상태를 이르는 개념인지에 대한 문제가 중요하게 다루어져 왔다. 인지와 정서, 경험과 역량 등이 지혜의 요소로 다루어지면서, 인간의 여러 내적 측면들 간의 균형과 통합으로 지혜를 설명하려는 심리학 연구들이 많았다. 결국, 지혜는 심리학적 발달을 거쳐 도달해야 하는 정신적 상태로 간주되면서, 삶에 밀접한 능력들을 요구하면서도 매우 이상적인 상태로 묘사되고 있었다. 심리학은 지혜에 대해 가장 직접적이고 활발한 연구를 진행하는 분야이나, 지혜의 정의나 여러 쟁점에 대해서는 합의된 것이 많지 않다.

마지막으로, 교육적 관점에서는 지혜의 교수학습 가능성을 염두에 두면서 선행연구들을 살펴보았다. 지혜 발달과 연령의 관계, 일차적 지혜와 영역특수적 지혜의 구분, 창의성과의 관계 등, 지혜에 대한 몇 가지 쟁점들은 교수학습

가능성에 대하여 상이한 시각을 보여준다. 그러나 지혜를 과학교육의 지향점으로서 고려한다면, 상반되는 관점들 중에서 어느 한 쪽을 택하여 지지하는 것보다는 지혜의 핵심적 가치를 파악하고 과학교육의 지향점으로서의 의미를 만들어가는 것이 더 중요할 것으로 생각된다.

다양한 관점에서 지혜의 선행연구들을 분석한 결과, 지혜의 핵심적 가치로는 깊은 앎의 추구, 윤리적 가치의 수반, 실천적 삶의 문제에 대한 고려 등이 강조되고 있음을 알 수 있었다. 지혜가 함축하는 이러한 근본적 가치들은 기존의 과학교육 주제들에 유의미한 시사점을 줄 수 있을 것이다.



[그림 2-1] 선행연구 분석의 요약

2.2. 이론적 논의: 지혜의 관점에서 보는 과학교육 주제들

과학지식, 핵심역량, 그리고 과학소양에 대한 논의는 과학교육의 목표에 대해서 이야기될 때 빠지지 않고 등장하는 주제들이다²⁷⁾. 최근 개발된 ‘미래 세대를 위한 과학교육 표준 개발(송진웅, 강석진, 광영순, 김동진, 김수환, 나지연 외, 2018)’에서는 미래 과학교육이 추구하는 인간상을 “과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람”으로 규정하고 과학적 소양을 역량과 지식, 참여와 실천의 세 가지 차원으로 제시하였다. 그 외에도 미래 과학교육이 나아가야 할 방향성에 대한 담론에서 지식과 역량 및 소양은 핵심 주제로 다루어진 바 있다(전승준, 광영순, 고훈영, 이영식, 최성연, 2017b; 김희백, 강남화, 김명화, 맹승호, 박종석, 백운수 외, 2017).

과학지식 교육은 학계보다 현장에서 더욱 중요하게 생각되는 주제인 듯하다. 과학교육 연구의 초점이 더 이상 과학지식 교수법에 있지 않다는 지적은 연구와 현장 사이의 간극에 대해 학계가 더욱 진지하게 고려해야 함을 시사한다(Lijnse, 2000). 핵심역량에 대한 논의는 2000년대 이후, 미래를 살아갈 학습자들에게 필요한 실천적 역량을 길러줄 필요가 있다는 인식으로부터 활발하게 논의되기 시작하였다(광영순, 손정우, 김미영, 구자옥, 2014; 임효진, 장진아, 송진웅, 2018). 핵심역량은 비교적 빠른 속도로 세계 각국의 교육과정에 과학교육의 목표로 포함되었지만, 핵심역량을 어떻게 길러줄 것인지에 대한 구체적인

27) 용어에 관해, ‘과학소양(science literacy)’, 또는 ‘과학적 소양(scientific literacy)’은 거의 같은 의미로 사용된다. Champagne(2013) 등은 ‘과학소양’이라는 용어를 사용하였으나, 많은 경우 ‘과학적 소양’이라는 용어를 사용한다(e.g. Norris & Phillips, 2003; Allchin, 2014; 박종원, 2016). Hurd(1958), Matthews(1994), 전승준 외(2017a) 등은 ‘과학소양’과 ‘과학적 소양’을 구분하지 않고 모두 사용하기도 하였다. 본 연구에서는 둘 중에 더 간략한 용어를 택하여 ‘과학소양’으로 표기하였다.

방안에 대해서는 논의가 더딘 편이다. 1950년대부터 시작되어 1980년대에 본격적으로 과학교육의 핵심 주제로 떠오른 과학소양 또한, 계속되는 의미의 확장으로 인해 모든 과학교육적 노력이 소양이라는 이름으로 정당화되고 있다는 비판의 목소리가 있다(이명제, 2014).

따라서 과학적 지식과 역량 및 소양에 대한 논의가 그간 과학교육 연구와 현장에 기여한 바를 인정하면서도, 앞서 말한 문제의식을 가지고 지혜의 관점에서 진단하는 기회가 필요하다고 생각된다. 이를 통해 기존의 과학교육 주제들에 대해 지혜의 담론이 보완해줄 수 있는 시사점을 도출하고, 과학교육의 여러 주제들을 통합할 수 있는 하나의 지향점으로 지혜를 제안하고자 하였다.

2.2.1. 지혜의 관점에서 보는 과학지식 교육²⁸⁾

2015 개정 과학과 교육과정(교육부, 2015)은 과학교과의 목표를 다음과 같이 제시하고 있다.

28) 지식(knowledge)은 여러 가지로 구분될 수 있다. 선언적(declarative) 지식과 절차적(procedural) 지식의 구분(Anderson, 1993), 명제적 지식(knowing that)과 방법적 지식(knowing how)의 구분(Ryle, 1949), 암묵적(tacit) 지식과 명시적(explicit) 지식의 구분(Polanyi, 1966) 등이 있으며, 그 외 사실적(factual) 지식이나 조건적(conditional) 지식, 객관적(objective) 지식, 개인적(personal) 지식(Polanyi, 1958) 등도 ‘앎’의 방식과 대상을 기준으로 구분되는 다양한 종류의 지식들이다. 과학지식은 그 범위를 넓게 보았을 때, 여기서 언급한 모든 지식을 포함하고 있다. 과학지식은 선언적이고 명제적인 지식이며 사실적 지식을 포함하고 명시적으로 표현될 수 있다. 역사적 과학실험에 대해서 배울 때는 절차적 지식과 방법적 지식, 그리고 조건적 지식을 포함할 수 있다. 또, 과학지식은 보통 가장 객관적인 지식으로 여겨지지만 Polanyi (1958; 1966)는 과학자들이 과학지식을 얻어내는 과정에 암묵적이고 개인적인 영역이 크게 작용한다고 보았다. 이처럼 ‘과학지식’은 다양한 의미의 지식을 모두 포함할 수 있다. 그러나 본 절에서 말하는 ‘과학지식’은 과학적 개념, 이론, 법칙 등, 과학교과에서 배우는 지식을 의미한다. 즉, 명시적으로 표현될 수 있는 선언적 지식으로서의 과학지식을 의미한다.

자연 현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.

‘과학의 핵심 개념’이라는 표현을 제외하고는 과학의 내용적 측면, 즉 과학 지식과 관련된 표현이 드러나 있지 않다는 것을 알 수 있다. 조금 더 자세히 기술된 세부 항목을 보면 ‘③ 자연 현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.’만이 과학지식 교육과 관련되는데, 이 또한 무게중심이 ‘탐구’에 있는 것인지 ‘개념’에 있는 것인지 모호하다. 물론 교육과정의 목표가 곧 학교교육으로 이어진다고 보기는 어렵다. 그러나 적어도 교육과정이 추구하는 방향성은 과학지식의 습득과 이해보다는 태도와 역량을 중심으로 한 소양으로 무게중심이 옮겨가고 있는 듯 보인다²⁹⁾.

그러나 여전히 학교 과학교육은 과학지식을 가르치고 이해하는 데 대부분의 시간을 쏟고 있으며, 학년이 올라갈수록 이런 경향은 더욱 강해진다. 이에 대해서는 입시 중심의 환경, 평가의 한계, 혹은 실천적 어려움 등의 이유를 들 수 있겠지만, 무엇보다 과학 분야로 진학할 학생들을 길러내는 것이 여전히 과학교육의 중요한 역할로 여겨지기 때문이기도 하다(Woolnough, 1994, 1997). 요컨대, 과학교육 학계의 관심이 새로운 주제를 발굴하고 발전시킴으로써 과학교육의 다양화를 꾀하는 데 있는 것과는 별개로, 과학지식을 세대에 걸쳐 전수하는 것이 과학교육의 기본적인 역할이라는 점에는 이견을 가지기 어렵다. 그렇다면 과학지식 교육은 무엇이 문제인가? 혹시, 문제가 아닌 것을 문제로 인식하고 있는 것은 아닌가?

이에 관해 홍은숙(1999)의 지식교육에 대한 논의를 살펴볼 필요가 있다³⁰⁾.

29) 영국의 교육과정도 지식이 아닌 역량을 기르는 것을 중심으로 변화하였다. Christodoulou(2018)는 영국의 2007년 개정 중등학교 저학년 교육과정을 예로 들며, 역사 과목의 목표가 역사학적 지식을 가르치는 것이 아닌 아닌 탐구, 의사소통하기, 비판적 이해 등의 역량 함양에 있음을 비판하였다.

그는 “지식교육 자체가 나쁜 것이 아니라 잘못된 지식교육이 문제(p. 4)”라고 보았다. 여기서 ‘잘못된’ 지식교육이라 함은 지식의 다양한 측면을 가르치지 못하고 일방적인 방식으로 지식을 전달하는 교육을 의미한다. 그는 지식교육이 비판 받는 이유를 다음과 같이 세 가지로 제시하였다. 첫째, 학교 교과가 이론적 학문활동 중심으로 구성되었다는 점, 둘째, 교과교육의 초점이 명제적 지식의 전달에 치중되어있다는 점, 셋째, 교과의 덕목이나 정서가 아닌 방법적 규칙을 습득하게 만드는 교수법적 문제이다(홍은숙, 1999). 현재 이루어지고 있는 현장의 과학지식 교육은 홍은숙(1999)이 지적했던 세 가지의 문제점으로부터 완전히 벗어났다고 보기 힘들다. 여전히 대부분의 학교는 이론적 학문들로 대부분의 교과를 구성하고 교육 시간을 할애하고 있다. 과학교과 경우, 과학적 용어나 열정 같은 덕목, 또는 과학적 정서나 과학 문화에 대한 안목 등은 거의 가르쳐지고 있지 않다.

한편, 지식교육을 옹호하는 입장에서는 사실적 지식이 역량 함양에 필수적인 바탕이 된다고 본다. 교과교육에서 가르치는 일련의 사실적 지식들은 역량 중심의 교육 목표와 대치되지 않으며 오히려 “지식과 역량은 서로 얽혀 있고, 축적된 지식을 바탕으로 역량이 향상된다”는 생각이다(Christodoulou, 2018). 이 또한 타당한 주장이다. 과학적 문제를 해결하는 역량은 ‘과학적인’ 문제가 무엇인지 알 수 있어야 하고, 그것이 왜 해결해야 할 ‘문제’인지도 알아야 한다. 기초 과학지식이 없다면 과학적 문제 해결력이라는 역량을 어떻게 길러줘야 하는지 생각해내기 어렵다.

과학지식 교육은 그 자체로는 문제가 없다. 오히려 과학교육이 담당해야 할 기본적인 역할 중의 하나이다. 그러나 과학에 관해 학생들이 배우고 경험해야 할 다른 많은 것들도 존재한다. 결국, 과학지식 교육이 문제시 되는 것은

30) 홍은숙(1999)은 소위 ‘지식 위주의 교육’을 ‘주지주의(主知主義) 교육’이라고도 표현하였다.

지식 외의 다른 것이 가르쳐지기 힘든 현실적 상황과 과학지식을 가르치는 방법의 획일화에서 기인한다고 볼 수 있다. 과학지식의 습득을 목표로 하지 않는 여러 과학교육 주제들도 지식교육에의 편향성이나 지식교육의 방식에 대해 문제의식을 갖고 있는 것이지, 과학지식을 가르치고 배우는 것 자체가 불필요하거나 중요하지 않다고 보는 경우는 거의 없다. 본 논문의 연구의 필요성을 밝히는 절에서도 지식 중심의 과학교육에 대해 비판적으로 언급한 바 있다. 이 역시 학교에서 이루어지고 있는 과학지식 교육의 현황에 대한 문제의식을 제기한 것으로, 과학지식 교육이 더 이상 중요하지 않다고 보는 것은 아니다.

그렇다면 현재의 과학지식 교육은 무엇이 문제인가? 과학지식 교육은 어떻게 더 나아질 수 있는가? 과학과 교육과정의 목표에서 ‘과학지식’이 사라져도 괜찮은가? 지혜와 지식의 관계를 다룬 기존의 논의들을 살펴봄으로써 이 질문들에 대한 하나의 대안을 찾고자 한다.

일찍이, 소크라테스에게 지식은 지혜로 가는 바탕이 되기도, 또는 지혜로부터 멀어지게 하는 오만함의 원인이 되기도 했다. 그는 모든 지식이 지혜를 가져다 주지는 않지만 ‘어떤’ 지식은 지혜를 가져다줄 수 있다고 보았다(Lehrer & Smith, 1996). 그에게 지혜는 “가치를 이해하는 것(understanding of value, p. 4)”으로서, 지식을 바탕으로 한 전문가적 판단보다 사태에 관여된 여러 가치들에 대한 판단을 지혜로 보았다(Lehrer & Smith, 1996). 즉, 지혜로 이어지는 ‘어떤’ 지식은 단순히 사실을 기술한 지식이 아니라 가치 판단을 거쳐 얻어진 삶 속의 지식을 의미한다.

이론, 법칙, 그리고 모형으로 구분할 수 있는 과학지식(Erduran & Dagher, 2014)은 일견 가치 평가의 대상이 되기는 어려워 보인다. 그러나 ‘가치’와 ‘과학지식’을 보다 넓은 의미로 받아들인다면 과학지식을 가치와 연관 짓는 것이 불가능한 일은 아니다. 예컨대 과학지식이 야기한 사회적 결과나 스스로

에게 끼친 영향 등을 고려해봄으로써 ‘나’를 포함한 공동체에 어떤 과학지식이 더 유관하고 유용한지를 생각해볼 수 있다. 또는 과학지식이 역사적 맥락에서 갖는 의미와 과학 외의 분야에 주는 함의 등에 관해 생각해보는 것도 한 가지 예가 될 수 있다. 그러나 과학지식의 가치를 생각하고 평가한다는 것의 의미가 과학지식이 얼마나 가치 있는지를 재단한다는 의미로 해석되어서는 안되겠다. 그보다는 학습자의 실제적 삶과 무관해보이는 과학지식들, 예를 들어 양자역학이라든가 우주의 역사에 관한 지식들이 왜 열역학이나 운동역학에 못지 않게 우리에게 중요한지를 생각해볼 수 있는 기회로 받아들여져야 한다.

과학지식과 지혜는 둘 다 ‘변하지 않는 것(invariant)’을 찾고자 한다는 점에서 공통적이다(Osbeck & Robinson, 2005). 과학지식의 본성은 잠정적이지만 과학이 지식을 산출하는 것은 자연에 대한 변하지 않는 원리를 탐구한 결과로서 가능한 일이다. 지혜는 현상에 대한 기술이나 분류학의 수준을 넘어 더 깊은 원리를 추구할 것을 요구한다(Robinson, 1990).³¹⁾ 현상의 이면에 있는 원리와 변하지 않는 진리를 추구하는 것은 지혜의 인지적 측면에 대한 논의에서 자주 등장한다. 예컨대 인지과정으로서의 지혜는 “세계를 초연하게 이해하고 사건의 궁극적 인과를 탐색하는 시도(Csikszentmihalyi & Rathunde, 1990, p. 48)³²⁾”로 일컬어지기도 하며, 여러 현상과 사건의 기저에 놓인 구조

31) Robinson(1990)은 이에 대해 “지혜를 사랑하는 사람은 물질 세계의 변화하는 현상들이 아닌 변치 않는 진리를 찾는다(원문: The wisdom-loving person is one who searches for the timeless and unchanging truths, never content with the shifting phenomena of the material world.)(p. 15).”고 말하였다. 그러나 과학지식은 “물질 세계의 변화하는 현상들”에 대한 기술과 측정의 결과들도 포함한다. 어떻게 보면 과학은 변치 않는 진리(과학 법칙)를 찾기 위해서는 변화하는 현상들에도 주목해야 한다는 것을 알고 있는 듯하다. 지혜로서의 과학(Science as Wisdom)(Song, 2016)의 가능성을 엿볼 수 있는 대목이다.

32) 원문: Attempts at understanding the world in a disinterested way, seeking the ultimate consequences of events.

와 가정, 그리고 의미를 이해하는 것이 지혜로운 사람의 조건으로 제시되기도 한다(Sternberg, 1990). 결국 과학지식이 만들어지는 과정은 그 자체로서 지혜를 좇는 과정으로 이해될 수 있다. 비슷하게, 지혜롭기 위해서는 지식의 전제와 의미, 한계를 이해해야 한다고 보는 관점도 있다(Sternberg, 1990; Kitchener & Brenner, 1990). 이처럼 지식에 ‘대해서’ 아는 것은 파편적 지식에 대한 이해로부터 지식 ‘체계’에 대한 통합적 이해로 나아갈 것을 요구한다.

결론적으로 지식에 관한 지혜의 담론은 과학지식을 둘러싼 가치 판단 문제와 과학지식에 대한 지식을 함께 배워야 함을 시사한다. 이것은 새로운 주장은 아니다. 과학사회학과 과학철학에서는 드물지 않게 찾아볼 수 있는 주제이며(e.g. Khun, 1962; Resnik, 1998), 과학교육에서도 윤리적 가치를 강조하거나 과학지식의 본성에 대해 가르치는 것에 대한 논의가 꾸준히 있었다(e.g. Frazer & Kornhauser, 1986; Erduran & Dagher, 2014). 그럼에도 불구하고 지혜의 관점에서 과학지식 교육의 변화를 제의하는 이유는 추구하는 목적의 차이에 있다. 기존의 담론이 과학에 대한 더 깊고 넓은 이해를 위한 것이라면, 인지적 지혜에 대한 담론은 ‘안다는 것’이 무엇인지 생각하게 만듦으로써 지식을 대하는 태도를 기르는 데 목적이 있다(Meacham, 1990). 요컨대 과학지식 교육은 학습자의 인지적 지혜를 함양하는 데 도움이 되는 방향으로 내용과 방식의 변화를 꾀할 수 있을 것이다.

2.2.2. 지혜의 관점에서 보는 핵심역량 교육

2000년대 이후, 과학교육은 미래의 민주시민에게 요구되는 핵심역량을 중심으로 그 지평을 넓혀가고 있다. 개인의 성공적 삶과 사회의 발전에 기여하기 위해 갖추어야 할 핵심역량이 무엇인지에 대해 과학교육 전문가들은 여러 의견들을 제시하였다. 김도훈, 한경희, 장덕호(2016)는 미래 인재상에 바탕을

둔 과학 핵심역량으로 '과학적 사고력', '과학적 표현력', '과학적 협업', '건
 전한 판단력'을 제안하였으며 김희백 외(2017)은 ''과학적 탐구력', '과학적
 문제해결력', '과학적 의사소통능력' '과학적 참여와 평생학습능력'을 제시
 한 바 있다. 이어서 미래세대를 위한 과학교육 표준(송진웅 외, 2018)에서는
 '협업 능력'과 '의사결정 능력'을 핵심역량 목록에 더하였으며, 고은정, 정대
 홍(2014)의 연구에서는 6개국의 교육과정을 분석하여 과학교과 핵심역량의
 세계적 트렌드를 '문제해결력'과 '의사소통력'을 포함한 아홉 가지로 도출하
 였다. ([표 2-1] 참조)

[표 2-1] 선행연구에서 제시된 과학교과 핵심역량의 요소

출처	과학교과 핵심역량
고은정, 정대홍 (2014)*	비판적 사고력, 창의적 사고력, 문제 해결력, 탐구능력, 의사소통능력, 문화적 이해력, 학문간 통합능력, 적용 능력, 개인적 역량과 사회적 역량 (총 9개)
김도훈, 한경희, 장덕호 (2016)	경험 기반 학습 능력, 자기표현력, 지식의 유기적 연결 능력, 협력적 문제해결력, 소통적 태도, 글로벌한 이해력, 신뢰형성 능력, 가치 중심적 사고력, 비판적 판단력, 협력적 주체성 (총 10개)
김희백 외 (2017)	과학적 사고력, 과학적 탐구력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통력, 과학적 참여와 평생학습능력 (총 5개)
송진웅 외 (2018)	과학적 탐구력, 과학적 사고력, 의사소통과 협업 능력, 정보처리와 의사 결정 능력 (총 4개)

*고은정, 정대홍(2014)은 영국, 호주, 뉴질랜드, 캐나다, 싱가포르의 5개국에서 공통적으
 로 강조하는 핵심역량 요소를 추출하여 제시한 것으로 핵심역량의 요소에 대한 국제적
 동향을 보여준다.

위의 표에서 볼 수 있듯이, 과학교과에서 최근 강조되고 있는 핵심 역량

들은 기존에 과학적 역량으로 여겨지던 전통적인 역량들 뿐 아니라, 과학특이적인 것이 아닌 역량들 -문제해결력, 의사소통력, 협업 능력, 판단력 및 의사결정 능력- 도 폭넓게 포함하고 있다³³⁾. 기실 우리나라 2015 개정 교육과정의 사회과와 과학과를 비교해보아도, "개인적, 사회적 문제를 합리적으로 해결하는 능력"을 목표로 '창의적 사고력'과 '비판적 사고력', '문제해결력 및 의사결정력', '의사소통 및 협업 능력'을 두 교과에서 똑같이 강조하고 있다(교육부, 2015). 세계경제포럼(World Economic Forum, 2016) 또한 세계화 시대에 21세기를 살아갈 시민의 역량으로 '비판적 사고력/문제해결력', '창의성', '의사소통', 그리고 '협업능력'으로 꼽았으나 이는 과학교과에 한정된 것이 아닌 일반적인 의미의 역량으로 제시되었다. 과학교육에서 제시하고 있는 핵심역량들이 비단 과학교과만의 핵심역량이라고 주장하기는 어려워 보인다.

문제해결력이나 의사결정력, 그리고 의사소통 및 협업능력 등은 실제 학습자의 삶을 보다 능동적이고 적극적으로 변화시키는 데 영향을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 이 같은 필수적 '생활 역량'들은 지금 현실적으로 이루어지고 있는 과학교육만으로는 습득하기 어려워 보이는 것도 사실이다³⁴⁾. 과학자에게 특별히 요구되는 핵심역량이 아니라, 세계화 시대를 살아갈 시민에게 요구되는 핵심역량이 무엇인지에 대해 활발히 논의되고 있다는 점은 매우 건설적이다. 그러나 이런 생활 역량들이 과학교육을 통해 길러줄 수 있는 핵심역량으로 제시되고 있다면, '어떻게 길러줄 것인가'에 대한 논의

33) 문제해결력은 과학교과에서 오랫동안 꾸준히 강조되어 온 역량이지만, 핵심역량에서 제시하는 문제해결력은 개인과 사회의 실제적인 문제들을 해결하는 역량을 의미하는 것이므로 과학특이적인 문제해결력이라고 보기 어렵다.

34) '생활 역량'이라는 표현에 대해, 곽영순(2012)은 핵심역량을 '삶의 기술'이라고 표현함으로써 본 연구와 비슷한 관점을 견지하고 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 본 논문에서는 기술(technique or skills)보다는 역량이라는 용어를 그대로 가져오면서 일상적 생활에서도 요구되는 역량임을 강조하기 위해 '생활 역량'이라고 지칭하였다.

또한 마땅히 뒤따라야 한다. 어떻게 해야 과학교육이 핵심역량을 함양하는데 기여할 수 있을까?

먼저, 수업 방식 측면에서는 학생 중심의 활동적 수업이 핵심역량 함양에 도움이 될 수 있다(곽영순, 2012). 구체적으로, 과제를 제시하고 스스로 연구하는 기회를 제공하거나 연구의 결과에 대해 토의하는 방식으로 구성될 수 있을 것이다(고은정, 정대홍, 2014). 이는 집단활동이나 협력의 과정을 겪어봄으로써 핵심역량을 직접 체험할 수 있도록 해야 함을 뜻한다. 수업 내용의 측면에서는 교과 간, 과학 분과 간 융·통합 교육을 비롯하여 삶의 맥락과 맞닿아 있는 지식이 강조되어야 할 필요가 있다(곽영순, 2012; 곽영순 외, 2014). 또한, STEAM으로 대표되는 융합교육은 ‘지식의 유기적 연결 능력(김도훈, 한경희, 장덕호, 2014)’과 ‘과학적 문제해결력(김희백 외, 2017)’을 길러 줄 수 있는 효과적인 방법이 될 수 있다. 자주 접할 수 있는 상황에 적용할 수 있는 과학지식을 더욱 강조하는 것도 도움이 될 것이다(곽영순, 2012)

그렇다면 핵심역량의 함양에 대해 지혜는 어떤 시사점을 줄 수 있을까? 앞서 언급한 생활 역량들은 더불어 살아가는 사회에서 의사소통 협업을 통해 자주적인 의사결정을 내리고 개인적이거나 사회적인 문제를 해결해 나가는 역량으로 요약된다. 곧, 과학기술의 발전이 야기하는 사회적 변화에 능동적으로 대처하면서 ‘잘 살아가는 것’이 실제적 핵심역량의 골자라고 볼 수 있다. 그리고 ‘잘 살아가는 것’은 소크라테스 이래로 언제나 지혜에 대한 논의의 중심 주제였다(Ryan, 1996).

지혜가 말하는 ‘잘 사는 것’은, 당연하게도 넉넉한 환경에서 원하는 바를 다 이루고 사는 삶을 말하는 것은 아니다. 가능한 범위 안에서 최선의 삶(best life)을 살아가기 위해 필요한 것들을 알고, 실제로 그렇게 하기 위해 행동으로 실천하는 것이 ‘잘 사는 것’의 의미에 가깝다. 여기서 ‘최선의 삶’은 도덕성을 비롯한 건전한 가치들을 고려하면서 더 나은 세상을 위해 보편적 의미의 지혜

를 지향하는 것으로 제안되기도 하였다(Garret, 1996b). 지혜는 삶에 기여하고, 삶으로부터 얻어진다(Bluck & Glück, 2004). 삶은 수많은 경험들로 가득차 있고, 지혜는 거기에 성찰을 더할 것을 요구한다(Staudinger, 1992; Bluck & Glück, 2004; Ardel, 2011; Thomas & Kunzmann, 2013; Wink & Staudinger, 2014). 요약컨대, 지혜는 개인의 삶과 사회의 발전 모두를 건전한 가치와 함께 고려하면서 행동으로 실천할 것을 강조한다. 그리고 경험에 대한 성찰을 통해 얻어진 지혜를 바탕으로 앞으로의 삶을 꾸려나가야 한다고 말한다³⁵⁾.

과학과 핵심역량들의 대부분은 ‘삶을 살아가는 기술’로서 수많은 가치의 문제와 얽혀있다(곽영순, 2012). 이런 생활 역량들은 매일의 일상적 과제를 처리하기 위해 반드시 필요하지만, 단순히 특정 교과와 학습을 통해 충분히 얻어질 것이라고 기대하기는 어렵다. 역량에 대한 논의에서 빠져있는 한 가지는, ‘이 역량들이 어떻게 발휘되어야 하는가?’라는 질문이다. 이 질문은 ‘핵심 역량을 어떻게 함양할 것인가?’라는 질문과 비슷하게 들리지만 역량을 바라보는 관점의 차이를 분명히 반영하고 있다. 역량이라는 것이 함양된 뒤 발현되는 것인지, 아니면 낮은 수준 발휘되다가 높은 수준으로 성장하는 것인지, 또는 발휘가 곧 함양의 과정인지는 분명하지 않다³⁶⁾. 예를 들어, 아이가 말을 배우면서 부모와 의사소통하는 과정은, 함양과 발현의 과정이 따로 있는 것처럼 보이지 않는다. 낮은 수준의 소통에서 점차 원활한 방식으로 소통 능력이 성장하는 과정으로 볼 수도 있으며, 매 순간의 소통(발현)이 곧 의사소통력을 함양하는 과정으로 해석될 수도 있기 때문이다.

만일 함양과 발현의 과정이 따로 있다고 한다면, 지혜의 관점은 핵심역량에

35) 경험에 대한 성찰로부터 얻어진 지혜에 대해, Bluck & Glück(2004)는 “경험의 지혜(wisdom of experience, p. 569)” 또는 “경험된 지혜(experienced wisdom, p. 543)”라는 표현을 사용하였다.

36) ‘발휘’와 ‘발현’은 관점의 차이를 표현하기 위해 의도적으로 구분하여 사용하였다.

대한 논의가 ‘함양’보다 ‘발현’에, 그리고 발현 뒤의 ‘성찰’에 주목할 것을 시사한다. 우리는 어떻게 문제를 해결할 것인지, 의사결정 시 고려해야 할 가치들은 무엇인지, 의사소통과 협업을 잘한다는 것은 무슨 의미인지를 매순간 새롭게 생각해야 한다. 역량 그 자체를 함양하는 것보다 더 중요한 것은, 어떤 역량이든 맥락에 따라 지혜롭게 사용될 수 있어야 한다는 것이다. 지혜는 삶에서 실천과 성찰을 강조한다. 핵심역량은 삶 속에서 발현될 수 있어야 하며, 거기에 반성적 성찰이 뒤따른다면 그 자체로 핵심역량을 함양하는 과정이 될 수 있다. 학습자들에게 요구하는 것으로서가 아닌 진정으로 길러주고자 하는 것으로서의 핵심역량이 되기 위해서는 삶의 실천적 측면에 대한 지혜의 논의가 더욱 진지하게 고려될 필요가 있겠다.

2.2.3. 지혜의 관점에서 보는 과학소양 교육

과학소양(science literacy or scientific literacy)에 대한 논의는 1950년대부터 서서히 시작되다가 1980년대 미국 과학교육의 위기(crisis)에 대한 인식을 계기로 급격히 증가하였다(Hurd, 1958; Champagne & Klopfer, 1982; Matthews, 1994; Laugksch, 2000)³⁷⁾. 미국 시민과 학생들의 과학에 대한 이해가 심각한 수준에 이르렀다는 위기의식으로부터 “모두를 위한 과학기술

37) Hurd(1958)는 처음으로 ‘과학소양(science literacy)’이라는 말을 사용하였다(Laugksch, 2000). 그 당시인 1950년대 후반에도 “미국 과학소양의 빈곤함(the poverty, of scientiifc literacy in America)(Hurd, 1958, p. 14)”이 문제로 지적되었는데, 이는 소련이 인공위성 Sputnik의 발사에 성공하면서 미국의 과학기술 수준이 소련에 뒤처질 것이라는 위기의식에서 나온 것이다. 반면, 1980년대의 “2세대 위기(second-generation crisis)(Matthews, 1994, p. 29)”는 Sputnik 발사 이후 수많은 돈과 노력이 과학교육에 들어갔음에도 불구하고 여전히 미국 시민의 과학소양이 턱없이 낮다는 인식으로부터 야기된 것이다. 따라서 Hurd(1958)이 언급한 1950년대의 위기가 ‘미국 과학의 위기’라면, Matthews(1994)에서 말한 1980년대와의 위기는 ‘미국 과학교육의 위기’라고 보는 것이 적절하겠다.

소양(scientific and technology literacy for all, p. 29)”이 미국 과학교육의 목표로 자리잡게 되었고, 이후 소양 중심의 과학교육이 세계적으로 득세하는 계기가 되었다(Matthews, 1994)³⁸⁾.

과학소양은 의미의 폭이나 대상, 수준에 따라 여러 가지 방식으로 구분되어 왔다. 문해력(literacy)이라는 본래 의미에 충실하게, 과학소양의 좁은 의미로는 과학 관련 글이나 문헌을 읽고 이해할 수 있으며 말로 표현할 수 있는 능력을 말한다. 넓게는 과학적 개념과 과학의 본성, 과학의 역사적·사회적 차원에 대해 폭넓게 이해하는 것을 의미하기도 한다(Matthews, 1994). 또는 “삶을 위한 과학소양(science literacy for life, p. 126)”과 “전문적 실천을 위한 과학소양(science literacy for professional practice, p. 126)”으로 구분하는 경우도 있다(Champagne, 2013). 전자가 중등 교육과정을 졸업한 모든 시민들이 갖추어야 할 보통의 과학소양을 뜻하는 것이라면, 후자는 과학자에게 요구되는 전문적 수준의 과학소양을 말한다. 한편, 소양의 정도가 수준과 기능 면에서 구분될 수 있다는 관점을 반영하여³⁹⁾, “학습된(learned) 수준”, “역량(competent) 수준”, 그리고 “최소한의 기능이 가능한(able to function minimally in society) 수준”으로 과학소양의 단계를 구분하기도 한다(Laugksch, 2000, p. 82; 이명제, 2014).

과학소양, 또는 과학소양인(scientifically literate person)의 정의도 다양하게 제시되었다. [표 2-2]는 과학소양인의 정의에 대해 미국 NAEP(National Assessment of Educational Progress)(1965)와 NSTA(National Science Teachers Association)(1982)가 기술한 내용이다(Champagne, 2013; Matthews, 1994).

38) ‘모든 미국인을 위한 과학(Science for All Americans)’를 발간한 Project 2061도 이러한 일환에서 시작된 교육과정 개혁 프로젝트이다.

39) Venezky(1990)은 소양의 수준을 구분하기 위해 ‘기본 소양(basic literacy)’, ‘요구되는 소양(required literacy)’, 그리고 ‘기능적 소양(functional literacy)’을 제안하였다. 이때, ‘소양’은 과학소양이 아닌 일반적인 의미의 소양을 의미한다.

[표 2-2] NAEP(1965)와 NSTA(1982)의 과학소양인에 대한 정의

출처	‘과학소양인’의 정의
NAEP (1965).	<ul style="list-style-type: none"> • 자원의 분배를 통해 사회가 과학기술을 조절하고 있음을 안다. • 과학적 개념과 과정, 기술과 가치를 매일의 의사결정에 사용한다. • 인간 복지의 향상에 기여하는 과학기술의 유용성과 함께 그것의 한계에 대해서도 인식한다. • 주요 과학 개념, 가설, 이론에 대해 알고 그것을 사용할 줄 안다. • 과학적 근거와 개인적 의견을 구분할 수 있다. • 과학교육의 결과로서 세계에 대한 풍부한 시야를 갖는다. • 과학기술적 정보를 얻을 수 있는 믿을만한 출처들을 알고, 의사결정의 과정에 이 자원들을 활용한다.
NSTA (1982)	<ul style="list-style-type: none"> • 과학적 일에 관련된 방법, 테크닉, 그리고 합리적 과정을 적절한 상황에 적용하는 능력 • 다양한 과학 분과에 관련된, 그리고 핵심을 구성하는 주요 개념적 스키마들에 대한 이해 • 과학에 대한 지위, 한계, 가능성, 그리고 오늘날 사회에의 적용에 대한 이해, 그리고 과학자들과 그들의 작업에 대한 태도 • 과학에 대한 흥미. 과학적 주제들에 대한 계속되는 배움, 관심 • 과학이 인간의 지적 활동임을 깨닫는 것

*NAEP(1965)는 Champagne(2013)에서, NSTA(1982)는 Matthews(1994)에서 재인용하였다.

위의 표에서 볼 수 있듯이, 과학소양에 대한 논의가 시작된 초기부터 소양의 의미가 문해력의 수준에 그치지 않고 폭넓게 사용되고 있음을 알 수 있다. 과학소양의 정의와 의미 범주는 점진적으로 넓어졌다기보다 담론이 시작된

시기부터 매우 포괄적으로 제안되었던 것이다. 최근에는 지식과 역량에 이어 민주시민으로서의 ‘참여와 실천’도 과학소양에 포함되었다(송진웅 외, 2018). 이는 과학소양이 모든 과학교육의 목표를 포괄하는 거대한 담론으로 성장하였음을 보여준다(전승준 외, 2017a).

과학소양의 정의와 해석의 폭이 지나치게 넓다는 것에 대한 비판적 시각도 종종 제기되었다. 합의된 정의가 없기 때문에 실제 현장에 활용되지 못했다는 비판과(Laugksch, 2000), 과학소양의 근본적(fundamental) 의미가 무시된 채 파생된(derived) 의미들에만 치우쳐 있다는 비판(Norris & Phillips, 2003)은 과학소양의 정의가 합의를 향해 수렴되기보다 개념의 확장으로만 나아가는 현상을 지적한 것이다⁴⁰⁾. 최근에는 어떤 과학교육적 노력이라도 과학소양이라는 목표 하에 정당화될 수 있는 상황에 이르렀다는 강한 논조의 비판도 있었다(이명제, 2014).

과학소양의 정의나 범위가 서로 다르게 제시되는 이유는 사회적 상황이나 시대에 맞춰 다르게 해석될 수 있으며, 입장의 차이가 있기 때문이다(박종원, 2016). 또한 대중이 과학에 대해 알아야 할 것과 어디까지를 대중으로 보느냐에 대한 생각의 차이에서 기인하기도 한다(Laugksch, 2000). 하지만 그렇다고 하더라도, 과학소양이 실천가능한 목표로서 제시되기 위해서는 의미의 폭을 줄이는 것도 생각해볼 필요가 있다. 그리고 이것은 ‘지혜’가 갖고 있는 문제점이기도 하다.

지혜도 과학소양과 마찬가지로 논쟁적이고 모호한 성격을 가지고 있다⁴¹⁾. 2.1.절의 선행연구 분석에서 살펴보았듯이, 지혜는 다양하게 해석되고, 그 의미가 변해왔으며, 집단별로 다르게 인식되기도 한다. 따라서 지혜를 일종의

40) 이에 대해, Laugksch(2000)은 과학소양이 “잘 정의되지 않고 분산된(ill-defined and diffuse)(p. 72)” 개념이라고 언급하였다.

41) 소양도 지혜처럼 자유나 정의, 행복과 같은 추상적 개념들과 같은 범주로 생각되기도 한다(Venezky, 1990).

슬로건이 아니라 실천가능한 목표로 제시하기 위해서는 많은 의미들 속에서 핵심적으로 고려되는 요소가 무엇인지, 어떤 요소가 과학교육에서 중요할 수 있는지에 초점을 맞춰 접근해야 할 것이다. 마찬가지로 과학소양에 대한 논의 또한 개념의 확장을 통해 얻을 수 있는 것들을 취하면서도 실천가능성을 고려하여 의미 범주를 줄여갈 필요가 있다고 생각된다.

과학소양의 의미가 확장됨으로써 생각해볼 수 있는 하나의 부작용은, 모든 학습자들에게 너무 많은 것을 요구하게 될 수 있다는 점이다. 과학소양에 대한 논의는 과학교육의 목표를 과학적 소양인의 양성에 두고 그들이 갖춰야 할 것들이 무엇인지에 대해 포괄적으로 검토하는 과정을 통해 이루어졌다. 그리고 과학소양인이 과학 전문가보다는 미래사회를 살아갈 민주시민의 목표로 설정되면서, ‘과학소양이 무엇인가’라는 문제는 ‘어떤 과학소양을 길러야 하는가’의 문제로 대체되었다. 의미의 확장은 개념의 체계와 구조를 탄탄히 하고 요소들 간의 유기적 관계를 보여줄 수 있다는 점에서 학문적으로는 바람직한 일일 수 있다. 하지만 과학소양이 모든 사람에게 기본적으로 요구되는 것이라고 한다면, 의미의 확장이 긍정적이라고만 볼 수는 없을 것이다.

더불어, ‘과학이 모두의 삶에 동등하게 중요한 것인가’ 하는 질문을 회의적인 시각에서 던져볼 수도 있겠다. 과학교육이 과학소양을 정의하는 방식으로 모든 교과학문이 각각의 소양을 정의한다면, 교과학문이 ‘제공하는 것’이 학습자에게 ‘요구하는 것’을 따라가기 어려워질 수 있다. 지혜는 사회와 함께 개인의 삶 또한 중요하게 고려될 것을 요청한다. 과학소양의 논의가 학습자의 삶을 진지하게 고려하기 위해서는 교육의 대상으로서 학습자를 보는 관점에서 벗어나 다양한 흥미와 소질을 지닌 개별적 존재로서 학습자를 바라볼 필요가 있다고 생각된다.

2.2.4. 이론적 논의의 요약

2.2절에서는 과학교육의 주요 주제들인 과학지식 교육, 핵심역량 교육, 그리고 과학소양 교육에 대해 지혜의 관점에서 진단하고 시사점을 도출하였다.

과학교육의 기본적 역할 중에 하나는 과학지식의 전수와 전문 과학자의 양성이다. 하지만 그렇다고 하더라도 지식 교육에의 편향성과 일률적 방식의 지식교육에는 문제가 있다. 지혜는 지식을 알고 이해하는 것에서 그치지 않고 가치의 문제로 해석하여 삶에 유용한 지식으로 받아들이 것을 추구한다. 그리고 파편적 과학지식을 습득하기보다 과학지식 체계의 구성과 의미, 발달 과정 등에 대해 통합적으로 이해할 필요가 있음을 시사한다. 따라서 과학지식 교육은 내용과 방식의 변화를 꾀함으로써 학습자의 인지적 지혜를 길러줄 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

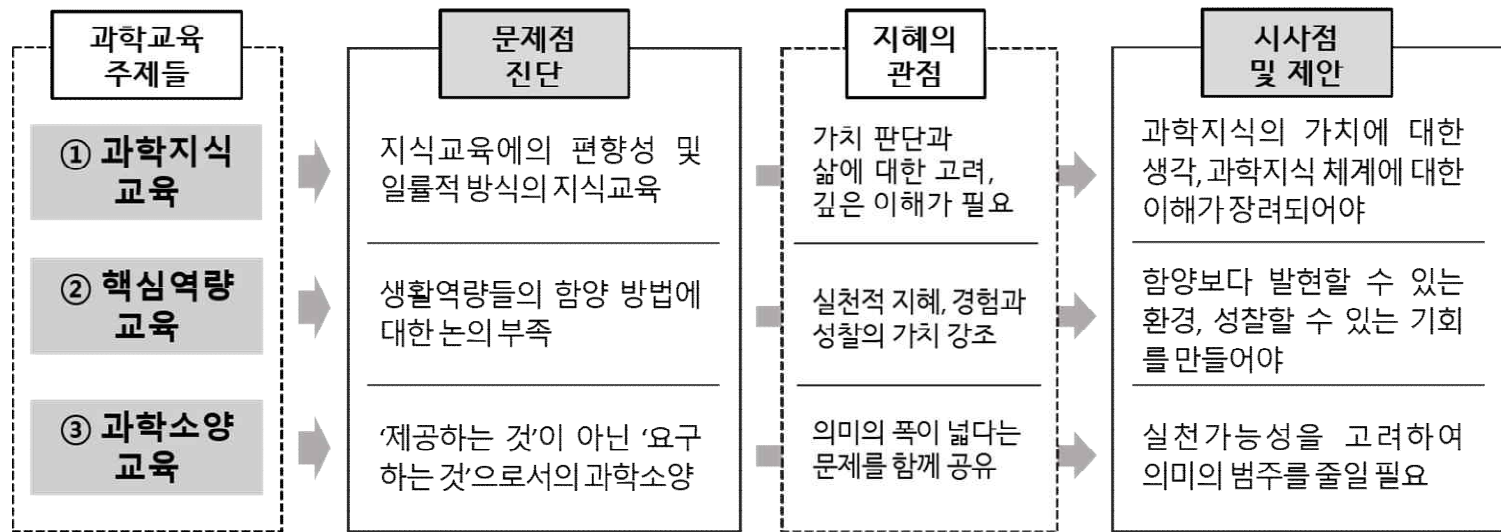
과학교육에서 핵심역량에 대한 논의는 핵심역량의 계발 방안을 제안하는 것보다 핵심역량의 요소들을 파악하는 데 집중되어 있었다. 지혜의 실천적 측면은 핵심역량을 어떻게 길러줄 수 있을지에 대한 논의에 유의미한 함의를 줄 수 있다. 지혜는 개인의 삶과 사회의 발전을 건전한 가치와 함께 추구할 것을 강조하기 때문이다. 지혜는 경험과 성찰이 삶의 전반에서 유기적으로 연결될 수 있어야 한다고 본다. 핵심역량이 함양을 거쳐 외적으로 발현되는 것이라고 한다면, 핵심역량의 함양보다는 '발현'에, 그리고 그 뒤에 이어질 '성찰'에 주목해야 할 것이다.

과학소양 교육에 대해서는 과학소양의 의미가 지나치게 넓기 때문에 야기되는 문제들에 대해 짚어보았다. '과학소양'이라는 용어가 과학적 능력과 역량을 비롯하여 과학과 크게 관련되지 않은 역량들까지 의미하는 것으로 개념적 범주가 넓어지면서, 용어의 해석이 일관적이지 않다는 개념적 문제와 함께 과학교육을 통해 어떻게 함양할 것인지에 대한 실천적 문제가 제기될 수 있었

다. 또한, 과학소양의 문제는 지혜의 문제이기도 하다. 지혜도 과학소양과 마찬가지로 의미의 추상성과 모호성, 그리고 폭넓은 개념적 범주로 인해 구체화되기 어려운 문제점을 안고 있기 때문이다. 따라서 과학소양과 지혜는 모두 실천가능성을 고려하여 각각의 의미 범주를 줄여갈 필요가 있다. 아울러 삶의 실제적 문제를 중요시해 온 지혜의 가치를 반영한다면, 과학소양은 학습자에게 요구하는 것이 아닌 학습자의 삶에 제공해줄 수 있는 것으로 변모할 필요가 있을 것이다.

결론적으로, 본 연구의 이론적 논의에서는 지혜의 관점에서 과학교육 주제들을 진단함으로써 지혜의 인지적, 윤리적, 실천적 가치가 과학교육에 유의미한 함의를 줄 수 있음을 보이고자 하였다. 지혜에 대한 기존의 논의에서 강조되어 온 측면들은 작금의 과학교육적 주제들이 어떤 방향으로 나아가야 하는지에 생각해볼 만한 제안들을 던져주었다. 그러나 지금까지 살펴본 지혜는 다양한 분야에서 오랜 시간에 걸쳐 논의되어 온 내용들을 개괄한 것으로서, 가장 넓은 의미의 지혜를 다룬 것이라고 볼 수 있다. 기존의 지혜의 관점에서 과학교육 주제들을 진단하고 방향성을 제안하는 것도 의미있는 시도이지만, 과학교육의 목표이자 지향점으로 지혜를 고려하고자 한다면 과학교육의 시각을 반영하여 지혜의 의미를 좁히고 명확히 할 필요가 있다고 생각된다.

이론적 논의의 요약을 [그림 2-2]에 나타내었다.



[그림 2-2] 이론적 논의의 요약

3. 연구1: 지혜 및 지혜와 과학교과의 관계에 대한 교사들의 인식

3.1. 연구의 필요성 및 목적

선행연구 분석과 이론적 논의에서는 이전에 논의되었던 지혜의 의미를 살펴해보았다. 그러나 과학교육의 구체적인 목표로서 지혜를 탐색하기 위해서는 과학교육 내에서 인식되는 지혜의 의미에 대해 파악할 필요가 있다. 지혜는 문화, 연령, 직업군 등에 따라 조금씩 다르게 인식되는 것으로 알려져 있기 때문이다(e.g. Sternberg, 1990; Takahashi & Overton, 2005; Grossman, 2017). 따라서 연구1에서는 과학교사들의 지혜에 대한 전반적인 인식을 설문조사를 통해 알아보고자 하였다. 구체적으로, 지혜의 어떤 요소를 중요하게 생각하며, 어떤 사람을 지혜롭다고 생각하는지, 그리고 학교 교육과 지혜 발달의 관계에 대한 인식은 어떠한지를 조사하였다. 더불어, 지혜와 과학적 개념들 간의 연결점에 대한 인식도 살펴보았다. 연구 질문은 다음과 같다.

- 지혜에 대한 과학교사들의 인식
 1. 과학교사들은 지혜의 개념적 요소들 중에서 어떤 요소를 가장 중요하게 생각하는가?
 2. 과학교사들은 지혜로운 사람으로 누구를 떠올리며 그 이유는 무엇인가?
- 지혜와 학교교육의 관계에 대한 과학교사들의 인식
 3. 과학교사들은 학교교육과 학습자의 지혜 발달의 관계에 대해 어떻게 생각하는가?
 4. 과학교사들은 지혜와 관련하여 과학교과의 어떤 개념들을 떠올리는가?

3.2. 연구 방법

과학교사들의 지혜에 대한 전반적 인식을 알아보기 위해 먼저 설문지를 개발하였다. 2.1절의 선행연구 분석에서 사용된 문헌들의 내용을 바탕으로 지혜의 개념적 요소들을 도출하여 선택형 문항을 만들고, 응답자들의 전반적 인식을 알아보기 위한 몇 개의 개방형 문항을 더하여 설문지를 완성하였다. 인식조사는 예비 과학교사, 현직 과학교사, 타 교과 교사의 세 집단을 대상으로 하였다. 이는 교사경력의 유무와 전공과목에 따른 인식의 차이를 함께 알아보기 위함이었다. 선택형 문항에 대해서는 신뢰도 검사 후 평균값을 구하였고 개방형 문항에 대해서는 과학교육 전문가 3인과 논의하여 귀납적으로 범주화하였다. 구체적인 연구 과정을 ‘설문지 개발’과 ‘연구 참여자’, 그리고 ‘분석 방법’으로 나누어 기술하였다.

3.2.1. 설문지 개발

먼저 설문지 개발을 위해 선행연구 분석에서 살펴본 지혜 연구 관련 논문들을 분석하여 발간 연도, 제목, 저자, 수록된 학술지 및 저서, 그리고 해당 문헌에서 제안된 지혜의 요소들을 표로 정리하였다([표 3-1] 참조). 인식조사를 위한 설문지를 개발하는 것이 주 목적이었으므로 연구자의 관점과 해석을 최대한 배제하면서 각 연구에서 언급된 지혜의 요소들을 모두 추출하였다. 이 과정에서 인용 수가 높은 문헌에서 제시된 요소들을 우선적으로 추출하였고, 인용 수가 낮은 문헌의 요소는 동료 연구자들과 해당 요소의 중요성을 논의한 후 추출 여부를 결정하였다.

다음으로, 뽑아낸 지혜의 요소들을 무작위로 배열해 놓고 동료 연구자와 함께 비슷한 영역별로 각각 범주화하였다. 불일치 항목에 대해서는 합의에

[표 3-1] 설문지 개발 - 지혜 선행연구 문헌 정리(일부)

발간연도	문헌 제목 (저자)	출처 (단행본 및 학술지)	지혜의 요소
1990	Wisdom through the ages (Robinson)	Wisdom: Its nature, origins, and development	Seeing through things (사물을 꿰뚫어 보는 것)
1990	Toward a psychology of wisdom and its ontogenesis (Baltes & Smith)	Wisdom: Its nature, origins, and development	Fundamental pragmatics of life (삶의 근본 운용술), Insightful commentary (통찰력 있는 비평) Good judgment and advice (훌륭한 판단 또는 조언) Knowledge about life's uncertainties (삶의 불확실성에 대한 지식)
2003	Empirical assessment of a three-dimensional wisdom scale (Ardelt)	Research on Aging	To accept life's limitations, contradictions, uncertainty, and unpredictability (인생의 한계나 모순, 불확실성, 예측 불가능성을 받아들이는 것)
2003	Wisdom-related knowledge: Affective, motivational, and interpersonal correlates (Kunzmann & Baltes)	Personality & Social Psychology Bulletin	Preference for cooperative conflict management strategies (협동적 갈등해결 전략을 선호), To assign significance to reality principle (현실 원리의 추구) Joint concern for the personal and the common good (나에게 좋은 것과 공공선을 동시에 고려함)
...

이를 때까지 반복적으로 논의하였다. [표 3-2]는 지혜의 요소들을 3 개의 영역으로 분류했던 1차 범주화 결과이다.

[표 3-2] 설문지 개발 - 지혜의 요소 및 영역 도출(1차)

지능·지식적 영역	실제·경험적 영역	사회·정서적 영역
1 높은 지능 (Leo, 2001)	인생의 한계, 모순, 불확실성, 예측불가능성을 받아들임 (Ardelt, 2003)	협동적 갈등해결 전략을 선호한다. (Kunzmann & Baltes, 2003)
2 정보를 획득하고 처리하는 방식 (Csikszentmihalyi, 1990)	현실 원칙을 고수한다. (Kunzmann, 2003)	정신적 삶을 사는 것, 신과의 유대감(Leo, 2001)
3 지식과 회의의 균형 (Meacham, 1990)	삶의 근본 운용술 (Baltes, 1990)	조화(균형, 자기애, 좋은 판단)를 추구(Leonard, 2001)
4 중요한 문제를 포착하는 감각, 판단력 (Arlin, 1990)	건전하고 실행가능한 판단을 내리려는 마음가짐과 그런 능력 (Kitchener & Brenner, 1990)	사회적으로 가치를 인정받은 행동양식 (Csikszentmihalyi, 1990)
5 추론능력 (Sternberg, 1990)	지식은 불확실하고 진리를 아는 것은 불가능하다는 깨달음 (Kitchener & Brenner, 1990)	개인에게 바람직한 상태나 경지 (Csikszentmihalyi & Rathunde, 1990)
6 슬기 (Sternberg, 1990)	인내, 정직, 순응과 같은 실행적 가치 (Takahashi & Overton, 2005)	높은수준의 자기발달과 자기초월 (Orwoll & Perlmutter, 1990)
7 판단 (Sternberg, 1990)	모든 경험에 대해 열려있는 태도 (Ardelt, 2004)	비범한 수준의 자기인식과 심리적 성장 (Orwoll & Perlmutter, 1990)
8 통찰 (Sternberg, 1990)	개인적 경험에 대한 반성(Ardelt, 2004)	의견과 환경으로부터 배우기(Sternberg, 1990)
9 정보의 신속한 이용 (Sternberg, 1990)	인간의 다양한 존재 조건에 대한 폭넓은 경험 (Baltes & Smith, 1990)	자애와 연민 (Yang, 2001)
10 폭과 깊이가 포괄적인 지식 (Kitchener & Brenner, 1990)	사실적 지식 (Baltes & Smith, 1990)	초월적, 정신적 해방 (Takahashi & Overton, 2005)
11 성찰적 판단 (Kitchener & Brenner, 1990)	절차적 지식 (Baltes & Smith, 1990)	나를 위한 가치'와 '타인을 위한 가치'의 균형을 추구 (Kunzmann, 2003)
12 사물의 근저에 놓인 본질에 대한 탐색 (Chandler & Holliday 1990)	불확실성 (Baltes & Smith, 1990)	자연과의 연결(Leo, 2001)
13 광범위한 지식을 유용하게 사용하는 능력 (Takahashi & Overton, 1990)	인간 발달과 인생에 대한 비범한 통찰 (Baltes & Smith, 1990)	상대주의 (Baltes & Smith, 1990)

2005)		
14	통합적이고 유기체적인 지식을 추구 (Labouvie-Vief, 1990)	삶의 어려운 문제들에 대한 매우 뛰어난 판단, 조언, 비평(Baltes & Smith, 1990)
15	진리에 대한 지성적 지각과 정의에 대한 도덕적 감성 (Csikszentmihalyi & Rathunde, 1990)	윤리적 미덕으로 이끄는 보편적 진리의 추구 (Csikszentmihalyi & Rathunde, 1990)
16	영원하고 보편적인 진리 (Mihaly, 1990)	중요하면서도 불확실한 삶의 문제들에 대한 훌륭한 판단과 조언 (Baltes & Smith, 1990)
17	얕과 동시에 회의하는 것 (Meacham, 1990)	현실의 여러 측면의 연관성을 이해함 (Csikszentmihalyi & Rathunde, 1990)
18	대칭적이고 평형상태에 있는 것에서 비대칭을 찾아냄(Arlin, 1990)	믿음과 가정들의 변화를 경험하는 기회 (Bransford, 1989)
19	무엇이 옳은지 또는 적절한지를 제대로 판단 (Oxford Dic.)	진리와 진리를 위한 행동의 위계질서(Csikszentmihalyi, 1990)
20	한 상황을 구성하는 여러 요인들에 대한 이해 (Sternberg, 1990)	탈중심적 관점 (Pascual-Leon, 1990)
21	해당 분야의 예전 업적과 기술에 정통하는 것 (Sternberg, 1990)	변화에 대한 열린 자세 (Bransford, Arlin, 1990)
22	어떤 문제의 해결이 중요한 결과를 내는지 아는 것(Sternberg, 1990)	타인과 자연의 문제를 공감적·직관적으로 경험하는 능력 (Pascual-Leon, 1990)
23	수만 가지 것들을 설명하는 간단한 원리의 발견 (Sternberg, 1990)	변화에 대한 개방성, 변화의 가능성과 현실성에 대한 이해 (Arlin, 1990)
24	스승의 가르침과 행위에 물음을 던질줄 알아야 (Pascual-Leon, 1990)	훌륭한 분별력과 세심함을 보임 (Oxford Dic.)
25	지적이고 자유로운 사고 (Pascual-Leone, 1990)	친절, 인간적 배려, 공감, 교감, 동정심 (Pascual-Leon, 1990)
26	비범한 이해력 (Chandler & Holliday, 1990)	삶과 처세에 관련된 문제에서 올바르게 판단하는 능력 (Oxford Dic.)
27	사물을 꿰뚫어 보는 능력 (Robinson, 1990)	실제적인 문제에서 나타나는 건전한 분별력 (Oxford Dic.)
		판단 및 소통의 기술 (Chandler & Holliday, 1990)
		주요 지식과 판단을 전달하는 능력(Baltes & Smith, 1990)
		대인기술 (Chandler & Holliday, 1990)
		신중한 처신 (Chandler & Holliday, 1990)

1차 범주화를 마친 후, 각 범주의 항목들에 대해 함께 논의하면서 비슷한 의미의 표현들을 통합하였다. [표 3-3]은 2차 범주화의 결과이다.

[표 3-3] 설문지 개발 - 지혜의 요소 및 영역 도출(2차)

지능·지식적	실제·경험적	사회·정서적
1 정보를 획득하고 처리하는 방식	인생의 한계, 모순, 불확실성, 예측불가능성을 받아들임	협동적 갈등해결 전략을 선호한다.
2 지식과 회의의 균형	모든 경험에 대해 열려있는 태도	조화(균형, 자기애, 좋은 판단)를 추구한다
3 중요한 문제를 포착하는 감각, 판단력	개인적 경험에 대한 반성	높은수준의 자기발달과 자기초월
4 사물의 근저에 놓인 본질에 대한 탐색	인간의 다양한 존재조건에 대한 폭넓은 경험	나를 위한 가치'와 '타인을 위한 가치'의 균형을 추구
5 영원하고 보편적인 진리	중요하면서도 불확실한 삶의 문제들에 대한 훌륭한 판단과 조언	상호보완성의 탐색
6 한 상황을 구성하는 여러 요인들에 대한 이해	삶과 처세에 관련된 문제에 올바르게 판단하는 능력	타인과 자연의 문제를 공감적이고 직관적으로 경험하는 능력
7 수만가지 것들을 설명하는 간단한 원리의 발견	현실에 대한 실천적이고 이성적인 통찰	탁월한 인품
8 지적이고 자유로운 사고	신중한 처신	판단 및 소통의 기술

*참고문헌 생략

2차 범주화 이후, 과학교육 전문가 1인의 검토를 받아 몇 차례 더 논의하여 최종적인 요소들을 확정하였다. 이 과정에서 비슷한 의미의 표현들을 대표성

을 갖는 하나의 표현으로 통합하였다. 예를 들어, ‘폭과 깊이가 포괄적인 지식(Kitchener & Brenner, 1990)’과 ‘사실적 지식(Baltes & Smith, 1990)’, ‘해당 분야의 예전 업적과 기술에 정통하는 것(Sternberg, 1990)’을 ‘풍부한 지식’으로 포괄하여 지혜의 요소로 확정하였다.

표현을 다듬어 명료화하는 과정에서는 연구자들끼리 논의를 거듭하여 용어의 의미를 확정하였다. 예컨대, ‘효과적인 정보처리’의 ‘효과적’이라는 표현은 다양하게 해석될 여지가 있다는 의견이 있었다. 시간적으로 효율적이라는 의미일 수도 있고, 정보처리의 결과가 유용성이 있다는 의미일 수도 있기 때문이다. 그러나 어느 쪽이든 모두 지혜의 요소로 볼 수 있으므로 표현을 바꾸지 않는 것으로 결정하였다. 몇 가지 표현에 대해 추가로 설명하자면, ‘정신적 해방감’은 동양과 서양의 지혜에 대한 인식을 조사한 연구(Takahashi & Overton, 2005)에서 추출한 것으로서 요가, 명상 등 동양의 전통적 수행의 과정에서 도달할 수 있는 초월적 정신 상태를 의미한다. 또한 ‘예측불가능성에 대한 인식’은 인생을 살아가면서 맞닥뜨리는 여러 가지 모순된 상황들이나 갑작스러운 사건들과 같이 이론대로 되지 않는 실제 삶의 본성을 깨닫는다는 의미로 사용하였다.

[표 3-4]는 3차 범주화 결과, 최종적으로 확정된 20개의 지혜의 요소들을 4가지 영역으로 분류한 것이다. 지혜의 요소들에는 지혜의 조작적 정의, 지혜로운 사람의 특징, 지혜의 구성요인 등이 혼재하고 있으나 이들을 구별하지 않고 모두 지혜의 요소로 보았다. 4가지 영역은 개인의 지식과 지능에 관한 ‘지능적(intellectual)’ 영역, 사회적 관계와 타인의 감정에 관한 ‘대인적(interpersonal)’ 영역, 인생을 살아가는 데 필요한 경험적 지식과 처세에 관한 ‘실제적(practical)’ 영역, 그리고 개인 내적인 자아 발달에 해당하는 ‘정신적(psychological)’ 영역에 해당한다.

[표 3-4] 설문지 개발 - 지혜의 요소 및 영역 도출(최종)

지혜의 영역	지혜의 요소
지능적 영역	효과적인 정보처리 풍부한 지식 삶에 대한 의심 진리 추구 성향 중요한 문제를 알아보는 감각
대인적 영역	원만한 갈등 해결 타인에 대한 직관적 공감 사회 규범에의 순응 자애와 연민 사회에 대한 고려
실제적 영역	합리적인 사고방식과 대처 풍부하고 다양한 경험 예측불가능성에 대한 인식 현실적 조언 능력 신중한 태도
정신적 영역	자연과의 유대감 자아 성찰적 수행 정신적 해방감 스스로에 대한 통제력 집중력과 몰입력

마지막으로, 선행연구를 통해 추출한 지혜의 요소들을 문장 형태로 바꾸는 과정을 거쳤다. 예를 들어, ‘효과적인 정보처리 능력’은 설문지의 선택형 문항으로 사용하기 위해 ‘정보를 효과적으로 획득하고 처리한다.’는 문장으로 변형하였다. 이는 응답자가 문항의 의미를 이해하기 쉽도록 좀 더 구체적인 예시들로 제시하기 위해서였다. 각 요소를 문장 형태로 바꿔 완성한 선택형 문항은 [표 3-5]로 나타내었다.

[표 3-5] 설문지 개발 - 선택형 문항

지혜의 요소		선택형 문항
1	효과적인 정보처리	→ 1. 정보를 효과적으로 획득하고 처리한다.
2	풍부한 지식	→ 2. 풍부한 지식을 갖고 있다.
3	앞에 대한 의심	→ 3. 자신이 무엇을 모르는지 알고 있다.
4	진리 추구 성향	→ 4. 보편적인 진리를 추구한다.
5	중요한 문제를 알아보는 감각	→ 5. 무엇이 중요한 문제인지 잘 포착한다.
6	원만한 갈등 해결	→ 6. 갈등이 생겼을 때 협동적 방식으로 해결한다.
7	타인에 대한 직관적 공감	→ 7. 타인의 감정을 직관적으로 이해한다.
8	사회 규범에의 순응	→ 8. 사회적으로 용인되지 않는 행동은 하지 않는다.
9	자애와 연민	→ 9. 타인에게 자애와 연민을 느낀다.
10	사회에 대한 고려	→ 10. 개인보다 사회 전체를 우선적으로 고려한다.
11	합리적인 사고방식과 대처	→ 11. 현실적인 문제를 이성적으로 처리한다.
12	풍부하고 다양한 경험	→ 12. 풍부하고 다양한 경험을 중요하게 여긴다.
13	예측불가능성에 대한 인식	→ 13. 인생의 모순과 불확실성에 능동적으로 대처한다.
14	현실적 조언 능력	→ 14. 건전하고 실행 가능한 조언을 한다.
15	신중한 태도	→ 15. 매사에 신중하게 처신한다.
16	자연과의 유대감	→ 16. 자신이 자연이나 환경과 연결되어 있다고 느낀다.
17	자아성찰적 수행	→ 17. 자아 성찰적 수행을 한다.
18	정신적 해방감	→ 18. 정신적 해방의 상태에 있다.
19	스스로에 대한 통제력	→ 19. 자기 자신을 통제할 수 있다.
20	집중력과 몰입력	→ 20. 집중력이 좋고 몰입을 잘한다.

모든 요소를 문장 형태로 바꾼 뒤, 5단계 리커르트 척도를 부여하여 20개의 선택형 문항을 완성하였다. 리커르트 척도의 경우, 각 문항이 지혜 개념을

잘 드러낸다고 생각하는 정도에 따라 1점에서 5점까지 선택할 수 있게 하였다.

여기에 ‘지혜로운 사람에 대한 인식’과 ‘지혜와 학교 과학교육의 관계’에 대해 묻는 개방형 문항들을 추가하여 설문지를 완성하였다.⁴²⁾ 설문지에 사용된 개방형 문항을 [표 3-6]에 간략하게 정리하였다. 설문지의 첫 장에는 응답자들의 연령대, 성별, 전공과목 및 교사경력을 포함하는 기초자료 조사 항목을 포함하였다.

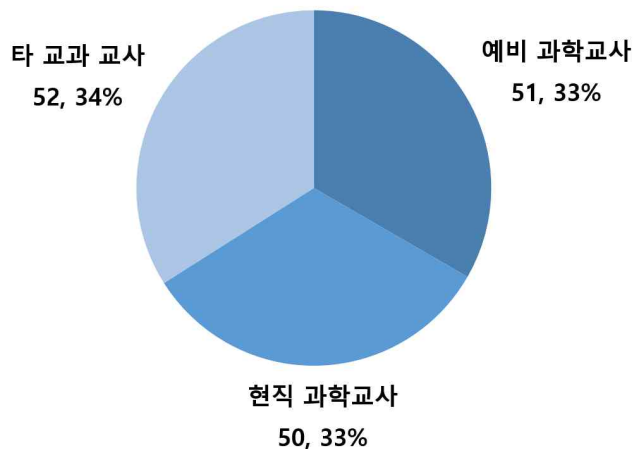
[표 3-6] 설문지 개발 - 개방형 문항

개방형 문항
<ul style="list-style-type: none"> • 응답자 주변의 일반인들 중에서 응답자가 생각하기에 ‘가장 지혜로운 사람’은 누구입니까? 그 사람이 ‘지혜롭다’고 생각하는 이유는 무엇인지 가능한 자세히 설명해 주십시오. • 학교 교육을 통해 지혜가 길러질 수 있다고 생각하십니까? 의견과 함께 이유를 기술해 주십시오. • 본인이 전공한 교과목(과학)에 등장하는 핵심 개념들 중에서, ‘지혜’라는 말을 듣고 떠오르는 개념은 무엇입니까? 그 이유를 함께 기술해 주십시오.

42) 실제 설문지에서는 개방형 문항이 4개이다([부록6] 참고). 이는 ‘지혜로운 사람’에 대해 묻는 문항을 ‘인물’과 ‘이유’로 나누어 물어보았기 때문이다. 그러나 실제로는 3개의 주제에 대해 각각의 이유를 함께 물어본 것이므로, 본문에서는 “3 종류의 문항”이라고 표현하였다.

3.2.2. 연구 참여자

개발된 설문지를 사용하여 예비 과학교사, 현직 과학교사, 그리고 (현직) 타 교과 교사의 세 집단을 대상으로 인식조사를 하였다⁴³⁾. 각 집단별로 50명 이상의 응답자를 모집하는 것을 목표로 하였고, 최종적으로 예비 과학교사 51명, 현직 과학교사 50명, 타 교과 교사 52명 등, 총 153명의 연구 참여자가 설문지 응답에 참여하였다. ([그림 3-1] 참조)

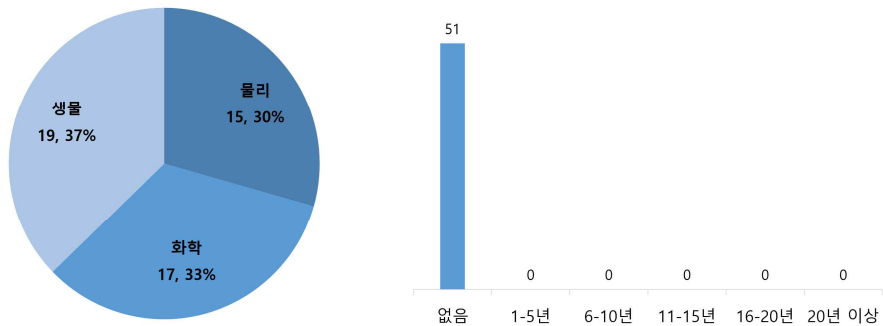


[그림 3-1] 연구1의 연구참여자 구성

첫 번째 응답자 집단인 예비 과학교사들은 51명이 설문에 응답하였으며, 모두 서울 소재 대학교 사범대학에서 과학교육을 전공하고 있는 학부생들이었다. 이 집단의 응답자들은 물리교육과 15명, 화학교육과 17명, 생물교육과

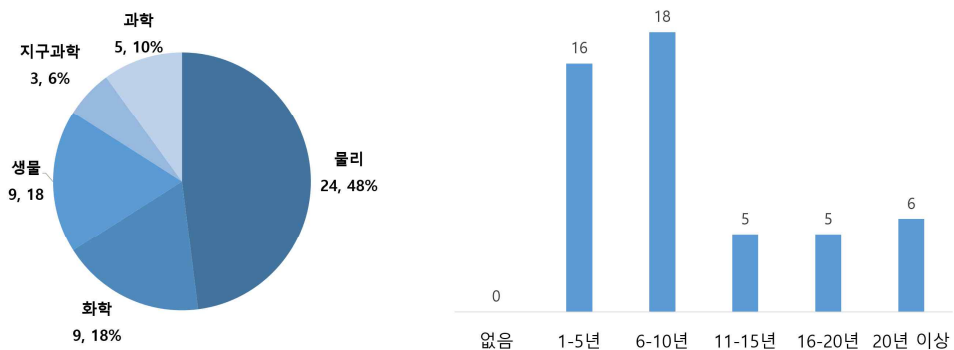
43) ‘예비 과학교사 집단’과 ‘현직 과학교사 집단’은 교사 경력과 나이에 차이가 있으며, ‘현직 과학교사 집단’과 ‘(현직) 타 교과 교사 집단’은 담당 과목에 차이가 있다. ‘타 교과 교사 집단’에는 예비 교사들이 포함되어 있지 않다. 집단의 특징을 분명히 표현하기 위해서는 ‘현직 타 교과 교사 집단’으로 명명해야 하나, 집단 명이 너무 길어지므로 편의상 간단히 ‘타 교과 교사 집단’으로 칭한다.

19명으로 구성되었으며, 예비 교사들이므로 교사경력은 모두 ‘없음’이었다. 예비 과학교사 집단의 전공과목 및 교사경력 통계를 [그림 3-2]에 나타내었다.



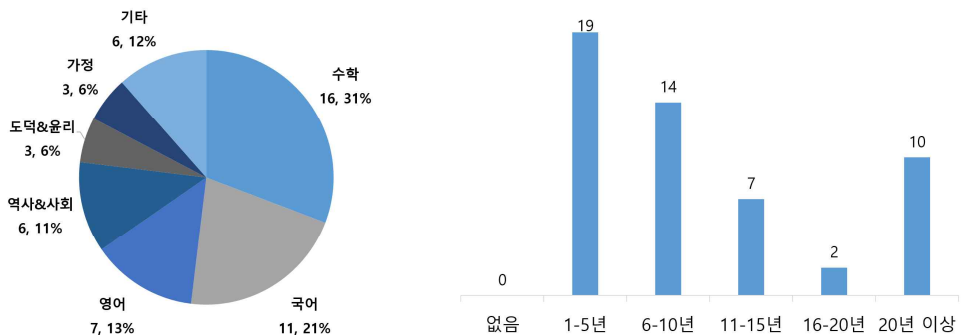
[그림 3-2] 예비 과학교사 집단의 전공과목 및 교사경력

두 번째 집단인 현직 과학교사들은 50명이 설문에 응답하였으며, 전공과목은 공통과학 5명, 물리 24명, 생물 9명, 지구과학 3명, 화학 9명으로, 물리교과교사의 비율이 상대적으로 높았다. 현직 과학교사 집단의 교사경력에는 1년에서 10년 사이에 있는 교사들이 34명으로 절반 이상을 차지하였으며, 20년 이상 넘는 교사도 6명이 포함되었다. 현직 과학교사 집단의 전공과목 및 교사경력 통계를 [그림 3-3]에 나타내었다.



[그림 3-3] 현직 과학교사 집단의 전공과목 및 교사경력

세 번째 집단인 타 교과 교사들은 52명이 설문에 응답하였으며, 수학, 국어, 영어, 사회, 도덕, 가정, 체육, 한문 등 과학을 제외한 과목을 담당하는 교사들로 다양하게 모집되었다. 타 교과 교사 집단의 교사 경력은 현직 과학교사 집단의 교사 경력과 비슷하게 1년에서 10년 사이의 교사들이 33명으로 절반 이상을 차지하였으며, 20년이 넘는 교사도 10명이 포함되어 있었다. 타 교과 교사 집단의 전공과목 및 교사경력 통계를 [그림 3-4]에 나타내었다.



[그림 3-4] 타 교과 교사 집단의 전공과목 및 교사경력

3.2.3. 분석 방법

선택형 문항에 대해서는 기술통계 분석을, 개방형 문항에 대해서는 범주화를 중심으로 양적·질적 내용분석을 실시하였다. 먼저 선택형 문항에 대해서는 검사도구의 신뢰도를 Cronbach's α 값으로 측정하고, 각 문항에 대한 평균값을 구하였다. 또한, 각 문항에 대해 교사경력 유무와 전공과목에 따른 인식에 차이가 있는지 확인하기 위하여 예비 과학교사와 현직 과학교사 간에, 그리고 현직 과학교사와 타 교과 교사 간에 독립표본 t검정을 실시하였다.

개방형 문항에 대해서는 연구자와 동료 연구자 2인이 함께 논의하며 코딩 및 귀납적 범주화를 거치는 질적 분석을 수행하였다. 먼저, '주변의 지혜로운

사람’에 대해 묻는 개방형 문항의 경우, 응답을 범주화하여 각 범주별 빈도수를 구하고 응답에서 나타나는 특징을 도출하였다. 다음으로, 학교교육을 통해 지혜가 길러질 수 있는지와 그 이유를 묻는 문항에 대해서는 ‘길러질 수 있다’, ‘길러질 수 없다’, ‘모르겠다’고 응답한 빈도수를 구하고 그 이유에 대한 응답을 학교교육의 학습적 측면과 활동적 측면으로 나누어 질적으로 분석하였다. 마지막으로, 지혜와 관련되는 과학교과 내의 개념에 대해 묻는 문항에 대해서는 응답을 귀납적으로 범주화하고 각 범주에 해당하는 응답의 특징에 대해 논하였다.

3.3. 연구 결과

설문지의 응답을 분석하여, 연구 결과를 ‘지혜의 개념적 요소들에 대한 중요도 인식’, ‘주변의 지혜로운 사람에 대한 인식’, ‘학교교육과 지혜 계발의 관계에 대한 인식’, 그리고 ‘과학교과와 지혜의 연결점에 대한 인식’의 네 가지로 분류하여 제시하였다.

3.3.1. 지혜의 개념적 요소들에 대한 중요도 인식

지혜의 개념적 요소들을 나타내는 선택형 문항에 대해 집단별 평균을 구한 결과는 [표 3-7]과 같다. 전체 문항에 대한 문항 내적 합치도는 Cronbach's α 값이 .833으로 나타나 신뢰할 만한 수준이라고 볼 수 있었다. 불성실한 응답지와 응답에 오류가 있는 응답지를 제외하고 최종적으로 총 148개의 응답지가 선택형 문항의 기술통계 분석에 사용되었다.

[표 3-7] 연구1의 결과 - 선택형 문항의 평균 점수

선택형 문항		예비 과학교사 (N=49)	현직 과학교사 (N=48)	타 교과 교사 (N=51)	전체 (N=148)
1	정보를 효과적으로 획득하고 처리한다.	3.73 (.836)	3.81 (.867)	3.59 (.804)	3.71 (.835)
2	풍부한 지식을 갖고 있다.	3.33 (1.029)	3.33 (.781)	3.63 (.824)	3.43 (.890)
3	자신이 무엇을 모르는지 알고 있다.	4.04 (.865)	4.25 (.636)	4.22 (.832)	4.17 (.786)
4	보편적인 진리를 추구한다.	3.31 (1.228)	3.60 (1.067)	3.69 (.812)	3.53 (1.052)
5	무엇이 중요한 문제인지 잘 포착한다.	4.33 (.851)	4.60 (.536)	4.33 (.622)	4.42 (.690)

6	갈등이 생겼을 때 협동적 방식으로 해결한다.	3.80 (.912)	4.15 (.967)	4.16 (.967)	4.03 (.958)
7	타인의 감정을 직관적으로 이해한다.	3.16 (.943)	3.69 (1.055)	3.69 (1.029)	3.51 (1.033)
8	사회적으로 용인되지 않는 행동은 하지 않는다.	3.12 (.881)	3.15 (.922)	3.49 (1.046)	3.26 (.963)
9	타인에게 자애와 연민을 느낀다.	2.96 (.978)	3.27 (.984)	3.45 (1.006)	3.23 (1.004)
10	개인보다 사회 전체를 우선적으로 고려한다.	2.76 (.830)	3.17 (.930)	3.18 (1.053)	3.03 (.958)
11	현실적인 문제를 이성적으로 처리한다.	3.67 (.851)	3.71 (.898)	3.90 (.985)	3.76 (.914)
12	풍부하고 다양한 경험을 중요하게 여긴다.	4.33 (.774)	4.23 (.722)	4.33 (.622)	4.30 (.704)
13	인생의 모순과 불확실성에 능동적으로 대처한다.	4.04 (.935)	4.17 (.781)	4.04 (.894)	4.08 (.869)
14	건전하고 실행 가능한 조언을 한다.	4.14 (.764)	4.10 (.831)	4.06 (.925)	4.10 (.839)
15	매사에 신중하게 처신한다.	3.80 (.957)	4.10 (.805)	4.00 (1.000)	3.97 (.929)
16	자신이 자연이나 환경과 연결되어 있다고 느낀다.	2.92 (.997)	3.56 (1.009)	3.76 (.971)	3.42 (1.050)
17	자아 성찰적 수행을 한다.	3.69 (1.045)	3.98 (1.041)	4.14 (.800)	3.94 (.977)
18	정신적 해방의 상태에 있다.	2.92 (1.096)	3.13 (.937)	3.24 (1.088)	3.09 (1.045)
19	자기 자신을 통제할 수 있다.	4.10 (.770)	4.06 (.836)	3.90 (1.025)	4.02 (.884)
20	집중력이 좋고 몰입을 잘한다.	3.27 (.995)	3.40 (.984)	3.49 (1.084)	3.39 (1.020)

*N값은 선택형 문항의 분석에 사용된 표본 수(불성실하거나 오류가 있는 응답지 제외)

*괄호 안의 값은 표준편차(SD)

다음은 이 결과를 식별하기 쉽도록 평균값의 크기에 따라 내림차순 정리한 것이다([표 3-8] 참조). 세 집단 전체를 분석한 결과, 상위 3개에 해당하는 문항들 - 문항5, 문항12, 문항3- 은 집단별로 보았을 때도 모두 상위 5개

안에 공통적으로 포함되어 있었다. 각 문항의 내용은 ‘무엇이 중요한 문제인지 잘 포착한다.(문항5)’, ‘풍부하고 다양한 경험을 중요하게 여긴다.(문항12)’, 그리고 ‘자신이 무엇을 모르는지 알고 있다.(문항3)’이다. 이로써 세 집단 모두 공통적으로 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’과 ‘풍부하고 다양한 경험’ 및 ‘앎에 대한 의심’을 지혜의 요소로 중요하게 생각함을 알 수 있었다.

[표 3-8] 연구1의 결과 - 선택형 문항의 순위

순위	예비 과학교사	현직 과학교사	타 교과 교사	전체
1	<u>문항5 (4.33)</u>	<u>문항5 (4.60)</u>	<u>문항5 (4.33)</u>	<u>문항5 (4.42)</u>
2	<u>문항12 (4.33)</u>	<u>문항3 (4.25)</u>	<u>문항12 (4.33)</u>	<u>문항12 (4.30)</u>
3	문항14 (4.14)	<u>문항12 (4.23)</u>	<u>문항3 (4.22)</u>	<u>문항3 (4.17)</u>
4	문항19 (4.10)	문항13 (4.17)	문항6 (4.16)	문항14 (4.10)
5	<u>문항3 (4.04)</u>	문항6 (4.15)	문항17 (4.14)	문항13 (4.08)
6	문항13 (4.04)	문항14 (4.10)	문항14 (4.06)	문항6 (4.03)
7	문항6 (3.80)	문항15 (4.10)	문항13 (4.04)	문항19 (4.02)
8	문항15 (3.80)	문항19 (4.06)	문항15 (4.00)	문항15 (3.97)
9	문항1 (3.73)	문항17 (3.98)	문항11 (3.90)	문항17 (3.94)
10	문항17 (3.69)	문항1 (3.81)	문항19 (3.90)	문항11 (3.76)
11	문항11 (3.67)	문항11 (3.71)	문항16 (3.76)	문항1 (3.71)
12	문항2 (3.33)	문항7 (3.69)	문항4 (3.69)	문항4 (3.53)
13	문항4 (3.31)	문항4 (3.60)	문항7 (3.69)	문항7 (3.51)
14	문항20 (3.27)	문항16 (3.56)	문항2 (3.63)	문항2 (3.43)
15	문항7 (3.16)	문항20 (3.40)	문항1 (3.59)	문항16 (3.42)
16	<u>문항8 (3.12)</u>	문항2 (3.33)	<u>문항8 (3.49)</u>	문항20 (3.39)
17	<u>문항9 (2.96)</u>	<u>문항9 (3.27)</u>	문항20 (3.49)	<u>문항8 (3.26)</u>
18	문항16 (2.92)	<u>문항10 (3.17)</u>	<u>문항9 (3.45)</u>	<u>문항9 (3.23)</u>
19	<u>문항18 (2.92)</u>	<u>문항8 (3.15)</u>	<u>문항18 (3.24)</u>	<u>문항18 (3.09)</u>
20	<u>문항10 (2.76)</u>	<u>문항18 (3.13)</u>	<u>문항10 (3.18)</u>	<u>문항10 (3.03)</u>

*괄호 안은 평균(M) 값을 나타냄

특히, 모든 집단에서 가장 높은 평균점수를 얻은 ‘무엇이 중요한 문제인지 잘 포착한다.(문항5)’는 Goodwin(1994)의 ‘전문적 시각(professional vision)’ 개념과 관련된다. 전문적 시각은 “특정한 사회적 집단의 관심 분야에 해당하는 사건들을 보고 이해하는 방식들”로서 사회적으로 조직되고 훈련을 통해 성취되는 것으로 여겨진다. 예컨대 교사의 전문적 시각이라고 하면, 수업 중에 일어나는 많은 일들 중에서 교사가 관심을 가지고 주목해야 할 사건을 포착하는 능력을 말한다(Sherin, 2007). 교육 분야에서의 전문적 시각은 ‘선택적 주목’과 ‘교육적 추론’을 포괄하는 것으로 이해되기도 한다(윤혜경, 송영진, 2017). 다시 말해, ‘무엇이 중요한 문제인지 잘 포착한다.(문항5)’는 같은 현상을 보더라도 특정한 목적에 맞추어 어떤 것에 관심을 가져야 하는지를 직관적으로 알아채는 ‘전문적 시각’을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 그리고 이것은 지혜의 여러 측면들 중에서 현상 이면의 원리를 탐구하고 깊은 앎을 지향하는 인지적 측면의 지혜에 해당한다고 볼 수 있겠다.

한편, 세 집단 전체에 대한 분석 결과에서 하위 4개에 해당하는 문항들 - 문항8, 문항9, 문항18, 문항10- 은 세 집단 각각에서도 하위 5개의 문항 안에 공통으로 속해 있었다. 각 문항의 내용은 “사회적으로 용인되지 않는 행동은 하지 않는다.(문항8)”, “타인에게 자애와 연민을 느낀다.(문항9)”, “정신적 해방의 상태에 있다.(문항18)”, 그리고 “개인보다 사회 전체를 우선적으로 고려한다.(문항10)”이다. 즉, 세 집단은 공통적으로 ‘사회 규범에의 순응’, ‘타인에 대한 직관적 공감’, ‘정신적 해방감’, 그리고 ‘사회에 대한 고려’를 다른 요소들에 비해 덜 중요하게 생각하는 것으로 볼 수 있다.

다음으로, 교사 경력의 유무에 따라 지혜의 개념적 인식에 차이가 있는지 알아보기 위해 예비 과학교사 집단과 현직 과학교사 집단의 응답에 대해 독립 표본 t검정을 실시하였다. 그 결과, 세 개의 문항 -문항7과 문항10, 문항 16-에 대하여 유의미한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. [표 3-9]는 예비 과학교

사 집단과 현직 과학교사 집단 간에 유의미한 차이를 보인 세 문항에 대한 t검정 결과이다.

[표 3-9] 연구1의 결과 - t검정 결과(1)

문항	집단	M	SD	t	P
문항7. 타인의 감정을 직관적으로 이해한다.	예비 과학교사	3.16	0.943	-2.581	0.011
	현직 과학교사	3.69	1.055		
	*Levene의 등분산 검정결과 p>0.05				
문항10. 개인보다 사회 전체를 우선적으로 고려한다.	예비 과학교사	2.76	0.830	-2.300	0.024
	현직 과학교사	3.17	0.930		
	*Levene의 등분산 검정결과 p>0.05				
문항16. 자신이 자연이 나 환경과 연결되어 있다고 느낀다.	예비 과학교사	2.92	0.997	-3.164	0.002
	현직 과학교사	3.56	1.009		
	*Levene의 등분산 검정결과 p>0.05				

세 문항의 내용은 각각 “타인의 감정을 직관적으로 이해한다.(문항7)”, “개인보다 사회 전체를 우선적으로 고려한다.(문항10)”, 그리고 “자신이 자연이나 환경과 연결되어 있다고 느낀다.(문항16)”이다. 이 세 문항 모두에 대해 현직 과학교사 집단은 예비 과학교사 집단에 비해 유의미하게 높은 중요도를 부여하였다. 이 결과는 똑같이 과학을 전공했다 하더라도 상대적으로 교사경력과 나이가 많은 집단이 ‘타인에 대한 직관적 공감’, ‘사회에 대한 고려’, 그리고 ‘자연과의 유대감’을 지혜의 요소로 더 중요하게 인식한다는 것을 시사한다.

마지막으로, 전공과목에 따라 지혜의 개념적 인식에 차이가 있는지 알아보기 위해 현직 과학교사 집단과 타 교과 교사 집단의 응답에 대해 독립표본 t검정을 실시하였다. 그 결과, 문항5에 대한 응답에서 유의미한 차이가 있음

을 확인할 수 있었다. [표 3-10]은 현직 과학교사 집단과 타 교과 교사 집단에 유의미한 차이를 보인 문항5에 대한 t검정 결과이다.

[표 3-10] 연구1의 결과 - t검정 결과(2)

문항	집단	M	SD	t	P
문항5. 무엇이 중요한 문제인지 잘 포착한다.	현직 과학교사	4.60	0.536	2.316	0.023
	(현직) 타 교과 교사	4.33	0.622		

*Levene의 등분산 검정결과 $p>0.05$

‘중요한 문제를 알아보는 감각’은 두 집단 모두에서 가장 중요하게 인식된 지혜의 요소이다. 하지만 해당 요소에 대한 t검정을 실시한 결과, 현직 과학교사 집단이 타 교과 교사 집단에 비해 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’을 더욱 중요하게 생각하고 있음을 알 수 있었다.

요약하면, 세 집단에서 공통적으로 중요하게 인식되는 지혜의 요소는 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’, ‘풍부하고 다양한 경험’ 그리고 ‘앎에 대한 의심’이며, 이 중에서 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’은 과학교사들이 타 교과 교사들에 비해 유의미하게 높은 중요도를 부여하고 있었다. 또한, 세 집단에서 공통적으로 덜 중요하게 인식되는 지혜의 요소는 ‘사회 규범에의 순응’, ‘타인에 대한 직관적 공감’, ‘정신적 해방감’, 그리고 ‘사회에 대한 고려’로 볼 수 있으며, 이 중에서 ‘사회에 대한 고려’는 예비 과학교사들보다 나이와 교사 경력이 많은 현직 과학교사들이 더욱 중요하게 생각하고 있었다.

결론적으로, 과학교사 집단은 타 교과 교사 집단에 비해 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’을 지혜의 요소로서 더욱 중요하게 인식하고 있다고 볼 수 있다. 또한, 과학교사 집단의 교직 경험은 지혜의 요소로서 ‘사회에 대한 고려’를 중요하게 인식하게 하는 데 긍정적 영향을 끼치는 것으로 생각된다. [표

3-11]에 본 절의 연구 결과를 요약하여 나타내었다.

[표 3-11] 연구1의 결과 - 지혜의 요소들에 대한 중요도 인식

모든 집단에서 중요도가 가장 크게 인식된 요소	모든 집단에서 중요도가 가장 낮게 인식된 요소
<ul style="list-style-type: none"> • 중요한 문제를 알아보는 감각* • 풍부하고 다양한 경험 • 삶에 대한 의심 	<ul style="list-style-type: none"> • 사회 규범에의 순응 • 타인에 대한 직관적 공감 • 정신적 해방감 • 사회에 대한 고려**
<p>*‘중요한 문제를 알아보는 감각’은 타 교과 교사들에 비해 현직 과학교사들이 더욱 중요하게 인식함 ($P<0.05$)</p> <p>**‘사회에 대한 고려’는 예비 과학교사들에 비해 현직 과학교사들이 더욱 중요하게 인식함 ($P<0.05$)</p>	

3.3.2. 주변의 지혜로운 사람에 대한 인식

다음으로는 ‘주변의 지혜로운 사람’에 대해 묻는 개방형 문항에 대한 세 집단의 응답을 분석하였다.

첫째, 주변의 지혜로운 사람이 누구인지에 대한 응답을 범주화한 결과는 [표 3-12]와 같이 나타났다. 집단별로 큰 차이는 없으나, 예비 과학교사 집단이 다른 두 집단에 비해 ‘친구 및 지인’과 ‘(초·중·고등학교 때의) 선생님’을 언급한 비율이 많았다⁴⁴⁾.

44) 이 결과에 대해서, 예비 과학교사 집단은 사범대학 학부 과정에 있는 대학생들이므로 ‘동료 교사’에 해당하는 응답이 가능하지 않다는 점이 고려되어야 한다. 또한, 고등학교를 졸업한지 오래되지 않았고 사회에 진출하기 전 단계에 있으므로 친구들이나 선생님의 영향을 비교적 크게 받을 수 있다는 점도 고려되어야 하겠다.

[표 3-12] 연구1의 결과 - 주변의 지혜로운 사람에 대한 인식

	종교인	가족	친구 및 지인	선생님	동료 교사	기타	없음	합계
예비 과학교사	4 (7.5%)	15 (28.3%)	14 (26.4%)	15 (28.3%)	0	0	5 (9.4%)	53 (100%)
현직 과학교사	3 (5.8%)	15 (28.8%)	9 (17.3%)	3 (5.8%)	18 (34.6%)	1 (1.9%)	3 (5.8%)	52 (100%)
타 교과 교사	5 (10.0%)	18 (36.0%)	4 (8.0%)	6 (12.0%)	15 (30.0%)	1 (2.0%)	1 (2.0%)	50 (100%)
합계	12 (7.7%)	48 (31.0%)	27 (17.4%)	24 (15.5%)	33 (21.3%)	2 (1.3%)	9 (5.8%)	155 (100%)

*중복 응답을 허용함

전체 응답자 중에서 9명(5.8%)은 주변의 지혜로운 사람에 대해 응답하지 않거나 ‘없다’고 응답하였다. ‘없다’고 응답한 9명 중에서 그 이유를 적은 응답자는 예비 과학교사 3명이었으며, 그 내용은 아래와 같다.

지혜롭다는 것은 똑똑하고 공부를 잘하는 것과는 차이가 있다고 생각하는데 위인 말고 주변인에서 지혜롭다는 생각이 드는 사람은 만나보지 못함. (예비 과학교사 40)

누구든 지혜롭고 현명하게 대처하는 경우도 있고 감정적으로 일을 그르치는 경우도 있는 것 같다. 그렇다고 해서 이성적이고 냉철한 것이 지혜로운 것도 아니고, 한가지 속성으로 정의하기 어려운 것 같다. 현실적으로 효과적인 것과 많은 사람들을 충족시킬 수 있는 것 사이에서 합의점을 잘 찾아내는 것이 지혜로운 것이 아닐까 싶다. (예비 과학교사 26)

나에게 ‘지혜로움’이란 지식이 아닌 삶의 경험과 노련함으로부터, 상황에 현명하게 대처하며, 또한 인간적으로도 성숙하고 자애로움을 의미함. 살면서 현명한 사람, 자애로운 사람이라고 느낀 적은 있어도 딱히 지혜롭다고 느껴본 적은 없다. (예비 과학교사 17)

위 응답들은 지혜 또는 지혜로운 상태를 ‘소수의 비범한 사람들이 도달할 수 있는 통합적 상태’로 인식하고 있음을 시사한다. 널리 알려진 위인들 외에는 지혜로운 사람을 보지 못했다는가, 지혜를 한 가지 속성으로 정의하기 어렵다는 언급이 이를 뒷받침한다. 특히 [예비 과학교사 17]은 ‘현명한’ 사람이라고 느낀 적은 있어도 ‘지혜로운’ 사람에 대해서는 없다고 응답함으로써 ‘현명함’보다도 ‘지혜’를 더 높은 수준의 상태로 인식하고 있음을 보여준다. 즉, 주변에서 지혜로운 사람을 찾아내지 못한 응답자들은 지혜로움에 대해 상당히 높은 기준을 가지고 있음을 짐작할 수 있다.

한편, 대부분의 응답자들은 자신의 주변에서 지혜로운 사람들을 찾아내었다. 특히 ‘종교인’이나 ‘선생님’이라고 응답한 23.2%를 제외하면, 상당수의 응답자들은 자신과 매우 밀접한 관계에 있거나 동등한 지위를 갖고 있는 사람들 중에서 지혜로운 사람을 언급하였다. 이것은 고대 그리스 시대의 성인들, 또는 현대적 의미의 지혜를 탐구하는 일부 연구들이 비범한 경지와 이상(理想)적인 상태로 지혜를 이해했던 것과 대비된다⁴⁵⁾.

둘째, ‘주변의 지혜로운 사람’에 대해 왜 그렇게 생각하는지를 묻는 개방형 문항을 분석한 결과, 응답자들은 사고방식, 행동, 조언, 태도, 역량 등 다양한 측면들을 근거로 들었다. 그리고 이런 측면들은 응답자의 경험 속에서 해당 인물의 구체적인 행위로 드러났다. 다음의 예시들은 주변의 지혜로운 사람에 대한 근거를 응답자의 경험에 기초하여 제시한 것이다.

45) 소크라테스는 지혜에 대해, 오직 신(神)만이 지혜로울 수 있으며 인간은 지혜를 사랑하는 것만이 가능하다고 보았다(Adler, 1952). 또한 플라톤은 인생의 궁극적 의미와 인류 및 물리적 우주의 본질이 지혜와 관련되는 것으로 보았다(Birren & Svensson, 2005). 아리스토텔레스는 지혜를 성찰적 지혜(speculative wisdom, *sophia*)와 실천적 지혜(practical wisdom, *phronesis*)으로 나누어 제시함으로써 비교적 보통 사람들에게도 사용될 수 있는 의미로 지혜를 논하였다. 그러나 아리스토텔레스의 지해도 높은 수준의 인지와 성찰적 태도를 요구한다는 점에서 여전히 고차원적인 의미로 사용된다.

내가 고민했던 문제에 대해 자신만의 주관을 가지고 해결책을 내놓는 경우가 많았고 대체적으로 합리적인 방법이라고 생각함. -고등학교 친구. (예비 과학교사 10)

언제나 유순하고 슬기롭게 우리 반을 다루었고 우리가 원하는 것과 싫어하는 것, 해야 하는 것이 무엇인지 알고 있었던 분. -초등학교 4학년 담임 선생님. (예비 과학교사 15)

대인관계가 원만하고 갈등 상황에 유연하게 대처한다. 타인의 어려움에도 해결책이나 방법을 제시하며 함께 있을 때 정서적 안정감을 느낄 수 있다. -동료 교사. (현직 과학교사 4)

인생이나 생활하면서 생기는 여러 문제들에 대해 많은 조언을 해주시고 그 조언이 나중에 돌아보면 맞는 조언이었다는 것을 많이 느꼈다. -담임목사님. (현직 과학교사 23)

인생을 살면서 다양한 환경의 스트레스에 노출되었을 때 어떻게 대처하는지를 보고 지혜로움을 알 수 있다고 생각. 업무 중이나 연구 중에도 다양한 스트레스에 흥분하지 않고 생각하신 후 적절한 답이나 방향을 알려주셔서 존경하게 됨. -대학 전공교수님. (타 교과 교사 3)

유용한 조언이나 해결책, 본받을 만한 태도나 합리적 사고방식 등은 어떤 사람의 지혜로움을 판단하는 데 영향을 주는 행위적 요소이다(e.g. Sternberg, 1985; Kramer, 1990)⁴⁶⁾. 이런 요소들은 외적으로 드러나는 인간의 행동이나 사고, 또는 그 산물로서 다른 사람들로 하여금 지혜를 암묵적으로 인식하게 하는 데 영향을 끼친다. 이처럼 인간의 행위로 나타나는 지혜의

46) 이러한 예로, Sternberg(1985)는 “지혜로운 사람은 다른 사람들의 말에 귀를 기울이고, 조언의 경중을 알며, 다양한 종류의 사람들을 대할 수 있다. … 분명하고 분별력 있으며 공정한 판단을 내릴 수 있고 결정의 결과에 대해 장·단기간의 결과를 고려할 수 있다(원문: But the wise person … listens to others, know how to weigh advice, and can deal with a variety of different kinds of people. …able to make clear, sensible, and fair judgments, and in doing so, takes a long-term as well as a short-term view of the consequences of the judgments made.)(p. 623).”고 보았다.

요소들에 대해서는 그것이 지혜의 구인인가, 아니면 결과인가 하는 문제가 제기될 수 있다. 이에 대해서는 의견이 분분할 수 있으나, 보다 분명한 것은 외적으로 발현되는 행위적 요소가 지혜의 암묵적 인식을 구성하는 매우 중요한 요인이라는 점이다. 즉, 지혜라는 개념 자체는 추상적이고 추론적으로 인식되는 것과 달리, 지혜로운 사람은 비교적 구체적으로 드러나는 행위나 활동에 근거하여 판단되는 경향이 크다고 생각된다.

한편, 지혜로운 사람의 근거에 대한 응답들에서 발견할 수 행위의 특징은 ‘지속성’과 ‘영향력’이었다. 다시 말해, 어떤 사람의 지혜로운 행위가 지속적이면서도 응답자에게 긍정적인 영향을 주었을 때, 그 사람은 지혜로운 사람으로 인식되었다. 아래의 예시는 지혜로운 행위의 지속성과 영향력에 대해 언급한 응답들이다.

매일 방과 후 반 전체 학생들을 대상으로 자유 소재로 그림 그리는 활동을 1년 동안 꾸준히 진행, 자유롭게 생각하고 상상하고 표현하는 경험을 제공하심. ...이 경험을 통해 ‘배워서 남주자’는 모토를 따라 장래희망으로 교사가 되기로 결정함. -초등학교 5학년 때 담임 선생님. (타 교과 교사 50)

인생과 삶에 대한 확고한 믿음과 실천력, 인간에 대한 신뢰를 잃지 않음. 역사에 대한 통찰력, 개인의 이익뿐 아니라 사회와 국가 전체를 생각하심. 착하게 사는 것의 중요함을 강조하고 이 모든 것이 삶 속에서 실천으로 드러남. -어머니. (타 교과 교사 28)

교육 경력이 많지 않은 본인에게 매우 적절한 조언을 해주어서 고민과 갈등이 해결된 경험이 있음. -같은 학교에 근무했던 동료 교사. (현직 과학교사 15)

살아가며 부딪히는 많은 삶의 문제들을 현명하게 대처. 사소한 일과 중요한 일을 잘 구별하고 적절한 해결책을 제시. -아내. (현직 과학교사 20)

욕하는 것을 싫어하는 친구였는데, 내가 욕하는 것을 고치기 위해 여러 가지 노력을 했

었다. 그래서 나도 욕을 안 하게 됐다. 욕하지 말라고 다그치는 게 아니라 여러 방법을 사용하는 것이 지혜로워 보였다. -중학교 때 친구. (예비 과학교사 27)

지혜로운 행위가 매우 드물게 나타난다거나, 지혜롭지 못한 행위가 지혜로운 행위보다 더욱 많다면 그 사람은 지혜로운 사람으로 인식되기 어렵다. 더불어 지혜로운 사람의 행위는 주변 사람들에게 본받을 만한 것으로 인식되면서 긍정적인 감응의 효과를 준다. 이처럼 지혜는 인간의 행위를 바람직한 방향으로 안내하는 미덕으로 여겨지며, 이런 행위는 공동체의 공유된 가치로서 전수된다(Csikszentmihalyi & Rathunde, 1990)⁴⁷⁾. 위의 응답들은 행위로서의 지혜가 지혜로운 사람에 대한 평가로 이어지는 것의 예시이자, 지혜로운 사람을 인식하는 것만으로도 긍정적 영향을 받을 수 있음을 보여주는 예시가 된다.

3.3.3. 학교교육과 지혜 발달의 관계에 대한 인식

다음은 학교교육을 통해 지혜가 길러질 수 있는지에 대해 질문한 개방형 문항에 대한 응답을 분석한 결과이다. 먼저, 학교교육을 통해 지혜가 길러질 수 있는지에 대해 ‘길러질 수 있다.’, ‘길러질 수 없다.’, ‘모르겠다.’ 중에서 선택하게 한 결과를 [표 3-13]에 나타내었다. 과학교사 집단을 포함하여 세 집단 모두 학교교육을 통해 지혜가 길러질 수 있는가에 대한 물음에 80% 정도의 비율로 ‘길러질 수 있다’고 응답하였다.

47) Csikszentmihalyi & Rathunde(1990)은 이에 대해 “지혜롭거나, 창의적이거나, 또는 기발한 행동은 공동체 내에서 주목받고, 인정받으며, 보존된다. 그리고 그런 행동을 보인 사람들은 (후세에) 기억된다(원문: Yet wise, creative, and intelligent behavior is likely to be noted, appreciated, and preserved by the community, and the people who display such behaviors will be remembered.)”(Csikszentmihalyi & Rathunde, 1990, pp. 26-27.)”고 말했다.

[표 3-13] 연구1의 결과 - 학교교육과 지혜 발달의 관계에 대한 인식

	길러질 수 있다.	길러질 수 없다.	모르겠다.*	무응답	합계
예비 과학교사	42 (82.4%)	5 (9.8%)	4 (7.8%)	0	51
현직 과학교사	41 (82.0%)	1 (2%)	7 (14%)	1 (2%)	50
타 교과 교사	41 (78.8%)	4 (7.7%)	6 (11.5%)	1 (1.9%)	52
합계	124 (81.0%)	10 (6.5%)	17 (11.1%)	2 (1.3%)	153

* ‘모르겠다.’는 ‘학교교육을 통해 지혜가 길러질 수 있을지 없을지 모르겠다.’는 의미를 나타냄

‘길러질 수 있다.’고 본 응답수는 세 집단에서 거의 동일하게 나타났으나, ‘길러질 수 없다’는 부정적 응답은 현직 과학교사 집단에서 가장 적게 나타났다. 그러나 유의미한 차이라고 보기는 어려웠다. ‘모르겠다.’는 응답과 응답하지 않은 경우에 대해서도 집단 간에 주목할 만한 빈도 차가 있다고 보기 어려웠다. 따라서 그렇게 생각하는 이유에 대한 서술형 응답들은 세 집단의 응답을 모두 분석하기보다, 예비 과학교사와 현직 과학교사 집단의 응답만 분석하였다. 그럼으로써 과학교사들이 학교에서 이루어지는 과학교육과 지혜 발달에 대해 어떻게 생각하는지 알아보고자 하였다.

먼저, ‘길러질 수 있다.’고 긍정적으로 응답한 응답자들 중에서 대부분은 지혜를 기르는 데 교과지식이 도움이 된다고 얘기하였지만, 일부는 교과지식만으로는 지혜의 함양에 도움이 되지 않는다고 답하기도 하였다. 교사 집단 내에서 교과지식과 지혜의 관계에 대한 인식의 차이가 존재한다는 것을 알 수 있는 대목이다. 아래는 ‘길러질 수 있다.’고 응답한 과학교사들 중에서 지식 전달 위주의 교과교육에 대해서 부정적인 생각을 표현한 응답 예시이다.

교과지식이 학생들에게 전달될 때 반드시 교사의 언행이 함께 전달된다. 교과 자체의

지혜는 없지만 가르침과 배움, 그 이전에 사람과 사람 사이의 관계 속에서 얻는 지혜가 있다고 생각한다. (예비 과학교사 7)

교과중심의 교육에서 벗어나 다양한 경험을 할 수 있게 돕는다면 충분히 학습될 수 있다고 생각(지혜는 경험을 통해 학습, 내면화되는 것이라 생각함). (예비 과학교사 24)

단순 지식 전달이 아닌, 지식이 발달한 과정, 과학자들의 사고과정을 체험하고 깨닫는다면 가능하다고 봄. 다만 현 상황(입시 체제)에서는 한계가 있다고 본다. (현직 과학교사 8)

제가 생각하는 지혜의 개념에서 생각했을 때 학교교육에서 길러질 수는 있으나 교과교육이 아닌 생활지도를 통해 길러질 수 있을 것이라 생각. (현직 과학교사 14)

위의 예시들은 과학 수업이 과학지식을 학습하는 데에만 중점을 둔다면 지혜가 길러지기 어렵다고 보고 있다. 따라서 과학을 배우는 것뿐 아니라 과학에 ‘대해서’ 배우거나(learning about science)(Matthews, 1994), 교과 수업 외에 친구들이나 선생님과 상호작용 속에서 지혜를 기를 수 있다고 생각하였다. 반면, 아래의 예시들은 ‘길러질 수 있다.’고 응답한 과학교사들 중에서 교과지식을 학습하는 것도 지혜의 함양에 필수적이라고 생각한 응답들이다.

학교교육에서 다루는 내용은 인간이 오랜 역사를 거쳐오며 다지고 수정해온 지식이다. 따라서 만물의 이치에 대한 탐구,과거를 통한 현재 파악,미래 예측 등이 지혜가 될 수 있고 10대, 20대에 이를 기를 수 있는 것이다. (예비 과학교사 6)

지식이 쌓여야 지혜가 늘어날 수 있다. 지식은 지혜의 기초이다. 학교가 다른 사람의 의견을 들을 수 있는 장소가 된다면, 자신만의 생각에서 벗어날 수 있게 된다. 지혜를 추구하려는 동기가 생기게 된다. (예비 과학교사 27)

어떠한 ‘지혜’를 기른다는 것은 기본적인 지식이 기반이 되는 것 같다. 학교 교육의 표면적인 내용인 교과 지식을 기반으로, 학생들의 지혜를 기를 수 있을 것이라고 생각된

다. 또한 학교교육을 기반으로 한 사회성 교육도 더불어 살아가는 사회에서 지혜가 길러지는 방법이라고 생각한다. (현직 과학교사 23)

수업을 통한 지식 획득과 더불어 다양한 교내활동 등을 통해 더불어 살아갈 때 지켜야 할 도리나 일 처리 능력 등도 함께 보고 느끼고 배우면서 지혜도 어느 정도 길러질 수 있다고 생각함. (현직 과학교사 12)

위의 예시들은 응답자들이 교과 내용지식을 학습하는 것 또한 지혜를 기르는 데 중요한 요소라고 인식하고 있음을 보여준다. 관련된 예로, 물리학자들은 지혜로운 사람의 특징으로 ‘해당 분야의 업적과 기술에 정통하는 것’, ‘해당 분야의 주요 문제들에 대한 인식’을 특히 중요하게 여긴다는 연구 결과가 있다(Sternberg, 1990). 물리학자들이 강조한 지혜로움의 특징적 요소들은 ‘지혜로운 사람’ 보다는 ‘지혜로운 물리학자’의 특징에 더 가깝다. 이처럼 특정 분야에서의 지혜로움을 의미하는 영역특수적 지혜의 경우, 해당 영역에 관한 풍부한 지식과 깊은 이해는 지혜의 필수 요소로서 더욱 강조되는 경향이 있다. 위에 나열된 응답들은 지식과 지혜의 양적 상관관계에 대한 인식을 분명히 보여준다기보다는 지식과 지혜의 관계가 지식의 성격에 따라, 그리고 지식을 전달하는 방식이나 습득하는 과정에 따라 다르게 인식될 수 있음을 보여준다고 해석하는 것이 더 적절할 것이다.

한편, 교과 지식교육에 대한 생각과 무관하게 교과수업 외의 측면들이 지혜 함양에 중요하다고 인식하는 것은 공통적으로 나타났다. ‘사람과 사람 사이의 관계’, ‘사회성 교육’, ‘생활지도’ 등, 교과 수업 외에 상호작용이나 훈육의 측면이 같이 언급된 것으로부터, 응답자들은 공동체 활동에서 얻는 경험이 지혜의 발달에 도움이 된다고 생각함을 알 수 있다. 이는 학습자의 지혜를 함양하는 학교교육을 실천하기 위해서는 교과수업 측면과 공동체 생활이라는 측면이 서로 다른 방식으로, 그러나 상호보완적으로 이루어져야 함을 시사한다. 이는

지혜가 교과서나 학교수업을 통해서 가르쳐지기보다 학교에서의 간접 경험들을 통해 배울 수 있다는 주장을 뒷받침한다(Sternberg, 2003).

다음으로, ‘길러질 수 없다.’ 또는 ‘모르겠다.’고 응답한 응답자들은 지금과 같은 입시 위주의 학교교육으로는 지혜가 길러지기 어렵다거나, 지혜 자체가 무슨 의미인지 모호하기 때문에 답하기 어렵다는 의견을 제시하였다. 아래는 입시 위주의 획일적인 학교교육에 대한 비판적 시각으로부터 학교교육과 지혜 발달의 관계에 대해 부정적으로 응답한 과학교사들의 예시이다.

무슨 교육정책을 제시하든 모든 것이 입시 위주로 재편성되는 현재의 사회적 분위기와 환경 속에서는 불가능하다고 봄. 학교교육의 본질적인 역할 인식에 대한 사회적 공감대 형성이 이루어지지 않는다면 지혜를 함양할 수 있는 교육 제공은 헛수고가 될 가능성이 큼. (예비 과학교사 14) -‘길러질 수 없다.’고 응답.

자신의 말을 전달하기 위한 스킬은 물론 세상을 통찰하는 스킬까지도 입시위주의 교육에서는 가르치기 힘들다. 지혜로운 사람은 남들과 다른 깊은 통찰과 이것을 설명해 낼 줄 아는 능력이 있어야 한다. (예비 과학교사 21) -‘길러질 수 없다.’고 응답.

이상적인 학교교육이라면 가능할 수도 있겠으나 지금의 교육으로는 어렵다고 생각됨. (현직 과학교사 47) -‘모르겠다.’고 응답.

학교교육이 학생들의 지혜를 계발하는 데 도움이 되지 않는다는 응답들은 입시 중심으로 이루어질 수 밖에 없는 현장 교육의 한계와 문제점들을 지적하였다. 과학교육 학계에서는 실천과 역량을 중심으로 하는 많은 주제들이 제안되어 왔지만, 과학교육 현장에서는 여전히 많은 교사들이 입시 중심의 교육에 대해 비판적인 목소리를 내고 있음을 알 수 있다. 학계에서 제안된 여러 과학교육적 담론들은 비교적 효과적으로 교육과정에 반영되고 있는 듯하나, 그것을 실천하는 현장 과학교사들은 학교 교육 환경에서 기인하는 문제점들로

인해 어려움을 겪고 있다고 보고되어 왔다(심재호, 신명경, 이선경, 2010; 박영순 외, 2014; 김은주, 이진숙, 이훤, 김대현, 2016). 스스로가 교육의 주체로서 참여하는 학교교육에 대해 과학교사들이 부정적인 인식을 가지고 있다면, 지혜뿐 아니라 어떤 바람직한 목표도 현장에서 실천되기 어려울 것이다.

‘길러질 수 없다.’ 또는 ‘모르겠다.’는 응답 중에는 지혜가 무슨 의미인지 모호하기 때문에 답하기 어렵다는 응답도 있었다.

먼저 지혜가 뭔지 잘 모르겠다. 현행 수능 입시제도에서는 길러질 수 있을지 모르겠다. (현직 과학교사 10) -‘모르겠다.’고 응답.

지혜라는 단어가 포함하는 개념이 넓어 의미 자체가 명확치 않음. 따라서 학교교육을 통해 성장하는 개념인지 학교교육의 영역(생활지도, 창의적 체험활동, 교과활동) 중 어떤 영역과의 상관관계를 나타내게 될지 불분명함. (후략) (현직 과학교사 39) -‘모르겠다.’고 응답.

선행연구 분석과 이론적 논의에서 살펴보았듯이, 지혜는 시대에 따라 그 의미가 변해왔으며 문화권에 따라서 조금씩 다른 의미로 인식되기도 한다(e.g. Sternberg, 1990; Takahashi & Overton, 2005; Grossman, 2017). 앞 절의 논의에서, 대부분의 응답자들은 자신의 주변에서 ‘지혜로운 사람’을 찾고 그 이유를 텔 수 있었다. 하지만 그로부터 응답자들이 지혜라는 개념을 명확히 인식하고 있다고 결론 짓는 것은 무리가 있다. 실제로 일부 응답자의 경우, 선택형 문항에서 중요하게 여겨진 요소들이 ‘주변의 지혜로운 사람’에 대한 설명에서는 전혀 언급되지 않기도 하고, 학교교육과 지혜 발달의 관계에 대한 응답에서는 아예 새로운 지혜의 요소들이 언급되기도 한다. 이것은 한 사람이 인식하는 ‘지혜’, ‘지혜로움’, ‘교육적 목표로서의 지혜’ 등이 모두 조금씩 다른 의미를 가질 수 있다는 가능성을 보여준다. 따라서 학교교육에서

실천가능한 의미로서 지혜를 상정하기 위해서는 교육적 목표로서의 지혜가 어떤 의미인지 먼저 공유될 필요가 있다.

3.3.4. 과학교과와 지혜의 연결점에 대한 인식

마지막으로, 담당 교과의 핵심 개념들 중에서 ‘지혜’라는 말을 듣고 떠오르는 개념과 그 이유를 적게 한 문항의 응답 분석 결과이다. 과학교과와 지혜를 어떻게 연관 짓는지를 보고자 하였기 때문에, 예비 과학교사와 현직 과학교사 집단의 응답을 분석하였다. 두 집단의 응답을 ‘지혜’라는 용어를 중심으로 범주화한 결과는 [표 3-14]과 같이 나타났다. 즉, 과학교과의 이해와 적용에 지혜가 요구된다는 응답, 과학개념 자체에 지혜의 일반적 의미가 내포되어 있다는 응답, 과학개념이 만들어진 과정에서 지혜를 찾을 수 있다고 본 응답, 그리고 과학 관련 활동이나 역량들이 지혜를 기르는 데 도움이 된다고 본 응답으로 범주화되었다. 각 범주는 과학교과와 지혜라는 서로 동떨어진 두 개념이 만나는 연결점으로 해석될 수 있다.

[표 3-14] 연구1의 결과 - 과학교과와 지혜의 연결점에 대한 인식

과학교과와 지혜의 연결점	예비 과학교사	현직 과학교사	합계
1. 과학개념의 이해와 적용에 필요한 지혜	10	7	17
2. 과학개념의 의미에 포함된 일반적 지혜	13	6	19
3. 과학개념이 만들어진 과정의 지혜	7	12	19
4. 과학 관련 활동과 역량으로 길러지는 지혜	7	11	18

*‘없다’고 응답하였거나 응답하지 않은 경우는 제외함

첫 번째 연결점인 ‘과학지식의 이해와 적용에 필요한 지혜’에 해당하는 응

답들은 미분방정식, 전자이동, 화학평형 등의 어려운 과학 개념들을 제대로 이해하기 위해서 지혜가 필요하다고 언급하였다. 다음은 이에 해당하는 응답 예시이다.

파동함수: 이를 조금이라도 접근하기 위해서는 단일 개념의 연결이 아닌, 꽤나 많은 이해가 필요했기에. (예비 과학교사 18)

화학결합: 화학 과목의 핵심은 물질세계의 규칙성을 깨닫는 것이며 화학 결합에 대해 이해하는 것이다. 화학 학습이 지식이 아닌 지혜가 되려면 화학 결합의 원리에 대해 잘 이해해야 한다고 생각한다. (현직 과학교사 47)

전자이동: 전자이동은 풍부한 경험과 많은 연습문제들을 반복해야만 전자가 어디로 이동할지 예측할 수 있기 때문. (예비 과학교사 25)

위 응답자들에게 지혜는 어려운 개념을 이해하기 위해 필요한 깊은 통찰력을 의미하는 것처럼 보인다. “단일 개념의 연결이 아닌, 꽤나 많은 이해”라는 “지식이 아닌 지혜가 되려면 화학 결합의 원리에 대해 잘 이해해야 한다”는 표현은 응답자들이 지혜를 인식할 때 지식의 양보다 얕의 깊이를 중요하게 생각하고 있음을 드러낸다.

한편, “풍부한 경험과 많은 연습문제들을 반복”해야 전자의 움직임을 예측할 수 있다고 본 ‘예비 과학교사 25’의 응답은 해당 분야의 전문성을 획득하기 위해 많은 경험이 필요하다는 인식을 보여준다. 이는 지식을 아는 것에서 그치지 않고 그것을 적용하여 숙달된 수준의 판단력을 가질 수 있을 때 지혜가 될 수 있다는 관점을 드러내고 있다. 특정 분야에서 실천적 훈련을 통해 얻어지는 전문적 판단력은 종종 지혜로 간주되어 왔다. Daston & Galison(2007)은 과학자들이 객관성을 추구하는 과정에서 얻어진 인식적 덕

성(epistemic virtue) 중의 하나로 ‘훈련된 판단(trained judgement)’을 제안하였다. ‘훈련된 판단’은 과학자들의 현상을 해석하는 방식과 실험 결과를 판단하는 능력을 의미하는 용어로, 객관성이라는 과학적 방법론의 중요한 가치가 저절로 얻어진 것이 아님을 보여준다. 그리고 이러한 경험의 반복으로 얻어진 판단력은 보통 판단의 근거를 명확한 말로 표현하기 어렵다. Polanyi(1966)는 이에 대해 일찍이 ‘암묵적 지식(tacit knowledge)’이라는 용어를 사용하여 설명한 바 있다. 한 분야에서의 반복적인 경험을 통해 신뢰할 만한 수준의 판단력을 갖게 되었을 때, 이를 암묵적 ‘지식’으로 볼 것인가, 아니면 실천적 ‘지혜’로 볼 것인가? ‘예비 과학교사 25’는 이를 ‘지혜’로 보고 있지만 ‘훈련된 판단’이나 ‘암묵적 지식’으로 해석될 여지도 충분하다. 이에 대해서는 추가적인 논의가 필요해 보인다.

두 번째 연결점인 ‘과학개념의 의미에 포함된 일반적 지혜’에 해당하는 응답들은 불확정성원리, 창발성, 피드백, 생태계 무리생활, 적응 현상 등을 예로 들며 이 개념들의 과학적 의미가 곧 지혜의 요소에 상응한다고 보았다. 아래는 이에 해당하는 응답 예시이다.

불확정성의 원리: '인간의 측정이 항상 절대적일 수는 없다.'라는 것을 물리적/수학적 접근을 통해 삶의 철학으로까지 연관시켰기 때문. (예비 과학교사 6)

피드백: 결과가 원인을 조절하여 필요할 때는 더 많은 결과물을 내고 필요 없을 때는 결과물을 만들지 않아 생명체 전체를 조화롭게 해주는 과정이라 생각. (현직 과학교사 12)

에너지: 전체 양이 일정하게 보존된다. 한쪽이 부족하면 부족한 양을 채우기 때문. (현직 과학교사 26)

불확정성원리, 유기체 내에서의 항상성 유지와 같은 개념은 자연과 생물체를 관찰하면서 얻어낸 이론들이지만 그 의미는 인간의 삶에 관한 지혜의 모습과 닮아있다. 과학적 개념이나 이론으로부터 직접적으로 지혜의 요소를 발견하려는 위와 같은 시도들은 과학 내용지식을 통해 지혜를 가르칠 수 있다는 가능성에 무게를 실어준다. 그러나 위의 응답들은 응답자들이 가지고 있는 소위 ‘삶의 지혜’에 해당되는 것들을 과학적 원리에 투영시켜 해석한 것으로 볼 수 있다. 예컨대, ‘예비 과학교사 6’이 언급한 ‘불확정성의 원리’는 입자의 운동량과 위치의 곱이 일정한 숫자보다 항상 크다는 양자 물리학의 기본적인 원리를 나타낸 것이다. 그러나 ‘예비 과학교사 6’은 불확정성의 원리에서 ‘인간의 측정이 항상 절대적일 수는 없다’는 점에 주목하였고, 이를 삶의 불확실성이라는 철학으로 연관 지어 생각하였다. 즉, 하이젠베르크의 불확정성의 원리는 본래 물리학 지식의 일부이지만 이런 순수한 물리학 지식으로부터 삶에 관련되는 지혜의 여러 측면들을 발견하는 것도 가능할 수 있겠다.

세 번째 연결점인 ‘과학개념이 만들어진 과정의 지혜’에 해당하는 응답들은 상대성이론, 패러다임 전환, 만유인력, 진화, 판구조론 등 과학사적으로 주목할 만한 혁명적 사건이나 이론을 주로 언급하였다. 이 응답들은 해당 개념이나 이론을 만든 사람이 지혜로웠거나, 또는 그 만들어진 과정에서 지혜가 필요했다고 생각한다는 것을 드러낸다. 아래는 이에 해당하는 응답 예시이다.

생명공학기술: 이미 알려진 생물에 관한 정보를 이용하여 인간에게 필요한, 그러나 이전에 존재하지 않았던 무엇인가를 개발해낼 수 있기 때문에. (예비 과학교사 39)

상대성이론: 문제해결이 전혀 안 되는 상황 →광속 불변의 법칙이 실제에 적용될 시 모든 법칙이 어긋나게 됨. →시간은 상대적이라는 기존의 틀을 깨부수는 시도가 가장 지혜로운 해결책인 것 같아서. (현직 과학교사 7)

진화: 근거, 증거의 발견과 해석에서 통찰이 요구됨. 관련하여 복잡한 논쟁이 오고 가는 분야에서 무엇이 중요한 문제인지, 핵심과 해결 방안 제안에 다가가는 능동적 자기 구성이 뒷받침되는 분야의 내용임. (현직 과학교사 38)

이 범주에 해당하는 응답들 중에는 지혜와 창의성을 관련 지어 생각하는 응답들이 여럿 있었다. 창의성은 일반적으로 “참신하고 적절한(유용하고, 적용 가능한) 작업을 생산하는 능력”으로서 과학적 발견과 발명을 끌어낸다고 여겨진다(Sternberg & Lubart, 1999). 이 정의에 기초하여 볼 때, 위의 응답에 등장하는 “인간에게 필요한, 그러나 이전에 존재하지 않았던 무엇인가를 개발”하는 것, “기존의 틀을 깨부수는 시도” 등은 지혜보다는 오히려 창의성에 더 가까운 것으로 해석될 수도 있다. 이 응답들은 창의성이 꼭 지혜를 수반할 필요는 없으나 지혜는 반드시 어느 정도의 창의성을 요구한다는 생각(Sternberg, 2003)을 뒷받침한다. 반면, Claxton, Craft & Gardner(2008)은 지혜의 도덕적 측면을 창의성의 개인 중심적인 측면과 구별하였으며 창의성을 능력의 일종으로 보는 것에 반해 지혜는 기질적인 것으로 보았다. 이처럼 창의성과 지혜의 관계는 학자들마다 의견의 차이가 있으며 분명히 구별할 수 있는 기준이 있는 것도 아니다. 창의성을 지혜의 중요한 요소로 인식하고 있음을 드러내는 위의 응답들은 두 개념이 배타적이지 않으며 밀접한 관계에 있다는 선행연구들의 주장과 맥을 같이 한다.

네 번째 연결점인 ‘과학 관련 활동과 역량으로 길러지는 지혜’에 해당하는 응답들은 실험, 관찰, 탐구 활동, 과학적 사고, 과학의 본성, 합리적 의사결정 등을 언급하였다. 이 응답들은 과학 관련 활동이나 과학을 통해 기를 수 있는 역량들이 지혜 계발에 도움이 된다는 관점을 나타내고 있. 아래는 이에 해당하는 응답 예시이다.

실험: 여러 번의 시도 끝에 얻어낼 수 있다는 점에서, 실험하고 분석함으로써 지식을 얻듯 상호작용과 이에 대한 고찰을 통해 지혜를 얻을 수 있다고 생각. (예비 과학교사 9)

탐구학습: 문제점을 포착하여 해결 과정을 상상하고 상상한 과정을 실제로 실험이나 협동학습을 통해 해결해나가는 과정이기 때문. (현직 과학교사 31)

과학의 본성: 과학의 본성을 이해하는 사람이 과학에 대한 맹신을 갖지 않게 되는 것 같다. (현직 과학교사 30)

관찰이나 실험을 통해 스스로 문제를 해결해 가는 탐구 활동은 수많은 실패를 경험하고 여러 번의 수정을 요구하는 인내의 과정을 수반한다. 또한 풍부한 과학지식만으로는 갖추기 힘든 과학적 역량은 꾸준한 노력과 성찰, 반성이 없이는 얻어지기 어렵다. 그러므로 위의 예시와 같은 견해는 지혜를 한순간에 발현되는 행위나 결과의 성격으로 보기보다 일상생활에서 일관적으로 나타나는 기질적 측면으로 인식할 때 더 설득력이 있다.

이와 관련하여 Rowson(2008)은 지혜로운 행동의 발현은 장시간에 걸쳐 함양된 성향으로부터 나온다는 시각을 견지하였다. 지혜는 결과물로 평가되기보다 삶의 모습에서, 행동과 생각 모두에서 일관적으로 현명함을 보일 때 지칭된다. 비슷한 맥락에서 Claxton, Craft, & Gardner(2008)은 지혜를 생각이나 인지의 특성이 아니라 인지를 추진하는 “동기 벡터(motivational vector)”로 보았다. 그에 의하면 지혜로운 사람은 일상생활 속에서 대부분의 다른 사람들보다 좀 더 자주, 거의 확실하게 지속적으로 현명한 행동을 보일 것으로 기대된다. 지혜로운 사람에 대한 이런 암묵적 인식은 곧 지혜가 다양한 경험을 통해 길러지고 또 꾸준하게 행동으로 발현된다는 주장의 근거가 될 수 있다.

과학교과와 지혜의 연결점 4가지를 살펴본 결과, 과학지식이나 이론으로

대표되는 과학적 개념들이 지혜와 밀접하게 연결될 수 있다는 가능성을 발견할 수 있었다. 지혜는 과학적 개념이 형성되는 과정 및 적용되는 과정에서 요구되거나 발견될 수 있었고, 일부 응답자들은 과학개념 자체에서 삶에 필요한 태도로서의 지혜를 발견하기도 하였다. 또, 과학적 활동과 역량이 학습자의 지혜 발달과 관련된다고 보는 관점도 있었다. 과학이라는 과목의 특성을 고려할 때 지혜와 연결될 수 있는 지점을 기대하기는 어려울 수 있다. 그러나 현장의 과학교사들은 과학교과 내의 다양한 측면들에서 지혜와의 연결점을 찾아내었다. 이를 바탕으로 과학교과에서 지혜를 도모하는 구체적인 방법이 고안될 수도 있겠다.

3.4. 요약 및 결론

연구1에서는 과학교사들을 중심으로 지혜 및 지혜와 과학교과의 관계에 대한 인식을 알아보았다. 연구 결과에 대한 요약과 시사점을 함께 제시하였다.

첫째, 응답자 집단 모두 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’, ‘풍부하고 다양한 경험’ 그리고 ‘앎에 대한 의심’을 지혜의 요소로 매우 중요하게 생각함을 알 수 있었다. 이는 문제를 해결하고 발견하는 것뿐 아니라, 어떤 문제가 더 중요하고 시급한 문제인지를 파악하는 능력을 길러주는 것도 중요하다는 것을 시사한다. 문제는 해결하는 것에서 끝나지 않는다. 그 문제가 해결됨으로써, 또는 해결되지 않음으로써 발생할 수 있는 긍정적·부정적 결과와 그 영향에 대해 생각해보는 기회가 필요해 보인다. 또한, 독립표본 t검정을 통해 문항별 집단 간 차이를 분석한 결과, 현직 과학교사 집단이 예비 과학교사 집단에 비해 ‘타인에 대한 직관적 공감’, ‘사회에 대한 고려’, 그리고 ‘자연과의 유대감’을 더 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 그리고 타 교과 교사 집단에 비해서는 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’을 더 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 이는 자기중심적 사고에 빠지기 쉬운 청소년기의 학습자들에게 타인과 사회, 그리고 자연에 더욱 관심을 갖게 할 필요가 있음을 시사한다.

둘째, 주변의 지혜로운 사람이 누구인지 묻는 개방형 문항에 대해서는 종교인, 가족, 친구 및 지인, 선생님, 동료 교사 등 응답자와 가까우면서도 다양한 관계에 있는 사람들이 언급되었다. 또, 그렇게 생각하는 이유에 대해서는 사고방식, 행동, 조언, 역량 등 다양한 측면들이 근거로 제시되었으며 이런 측면들은 응답자의 경험 속에서 해당 인물에 대한 구체적인 행위로 드러났다. 이것은 어떤 사람의 지혜로운 행위가 다양한 방식을 통해 지속적으로 드러날 때, 그리고 누군가에게 긍정적인 영향력을 발휘할 때, 그 사람은 ‘지혜로운 사람’으로 인식되는 경향이 있음을 시사한다. 이 결과에 대해 다음과 같은

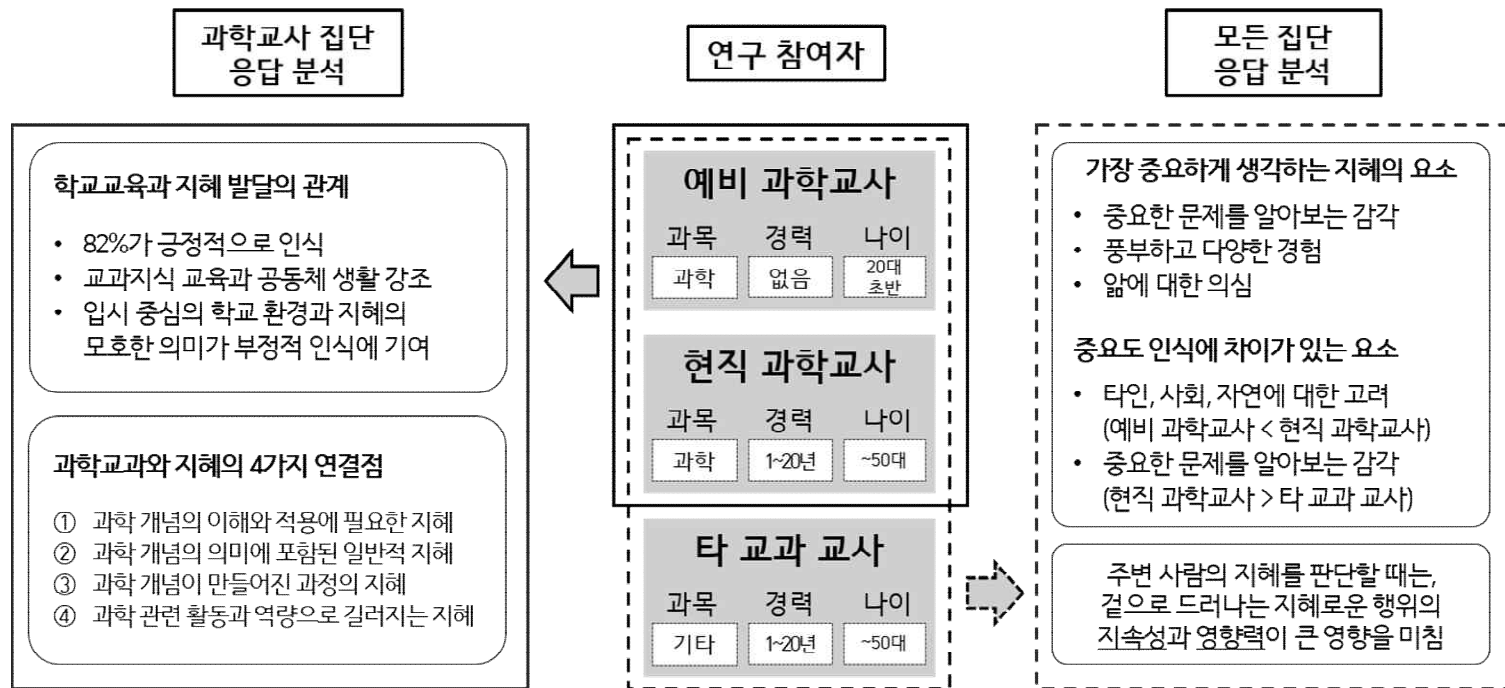
질문들이 이어질 수 있다. ‘지혜로운 사람’이 곧 ‘지혜를 갖고 있는 사람’인가? ‘지혜로운 사람’으로 인식된 것뿐이지 그 사람이 정말 ‘지혜로운 사람’인가? 이에 대해서는 여기서 더 논의하기가 어려운 주제이다. 하지만 중요한 것은, 지혜 그 자체는 평가하기 어렵지만 외적으로 드러나는 사람의 행위에 대해서는 평가가 상대적으로 수월해질 수 있다는 점이다. 지혜가 실천적으로 가능한 교육적 목표가 되기 위해서는 어떤 접근이 더 용이할지 생각해 볼 필요가 있겠다.

셋째, 학교교육과 학습자의 지혜 발달과의 관계에 대해서 전체 응답자들의 81.0%가 ‘(지혜가 학교교육을 통해) 길러질 수 있다.’고 긍정적으로 응답하였으며, 이 중 예비 과학교사 집단의 82.4%, 현직 과학교사 집단의 82.0%가 긍정적으로 응답하였다. 물론, 이 결과는 응답자가 개별적으로 가지고 있는 지혜의 인식에 기초한 결과이므로 학교교육과 지혜 발달의 관계를 긍정적이라고 단정할 수는 없겠다. 한편, 긍정적으로 본 응답자들은 교과 지식교육 외에 공동체 생활이라는 측면이 지혜의 함양에 크게 기여한다고 생각하였으며, 일부 부정적으로 본 응답자들은 입시 위주의 현장 과학교육 환경 및 지혜의 불명확한 의미를 부정적 인식의 이유로 지적하였다. 학교교육의 어떤 측면이 지혜의 발달에 어떻게 영향을 주는지에 대해서는 응답자들 대부분이 막연한 인식을 가지고 있었으므로, 학교교육과 지혜 발달의 관계에 대해 긍정적으로 응답한 비율보다는 그렇게 생각하는 이유에 주목해야 할 것이다. 또, 그렇게 생각하지 않는 응답자들의 의견에 귀기울일 필요가 있다. 그럼으로써 학습자들의 지혜를 길러주기 위한 학교교육의 변화와 개선점들을 도출할 수 있을 것이다.

마지막으로, 과학교과와 지혜의 4가지 연결점을 도출할 수 있었다. 과학 개념의 이해와 적용에 필요한 지혜, 과학 개념의 의미에 포함된 일반적 지혜, 과학 개념이 만들어진 과정의 지혜, 과학 관련 활동과 역량으로 길러지는

지혜가 그것이다. 이 중에서 네 번째를 제외한 다른 연결점들은 대부분 과학 지식이나 과학 이론에 관련되어 있다. 이는 탐구나 실험과 같은 실천적 과학 수업이 아닌 과학 내용지식 수업에서도 지혜를 활용할 수 있는 가능성을 보여 준다. 즉, 교과 수업의 초점을 지식에서 지혜로 옮김으로써 새로운 방식의 과학 내용 수업이 가능할 수도 있을 것이다. 이어지는 연구2에서는 이 결과에 기초하여 실제 과학수업에서 어떤 지혜가 가르쳐지고 있는지 탐색해 보고자 하였다.

연구1의 전체 요약을 [그림 3-5]에 나타내었다.



[그림 3-5] 연구1의 요약

4. 연구2: 과학수업에서 가르쳐지는 지혜 탐색⁴⁸⁾

4.1. 연구의 필요성 및 목적

연구1의 결과, 교사들은 교과지식과 지혜 발달의 관계에 대해 대체로 긍정적으로 생각하고 있다는 것을 알 수 있었다. 하지만 교과지식이 지혜 발달에 도움이 된다고 보는 것이지 교과지식만으로 지혜가 길러진다고거나 교과지식이 곧 지혜로 이어진다고 보는 응답은 거의 나타나지 않았다. 한편, 연구1의 또 다른 연구 결과인 과학교과와 지혜의 4가지 연결점을 살펴보면 과학 지식과 지혜를 직접 연결짓는 응답들이 많았다. 이는 과학 내용지식 수업이 학습자의 지혜 발달에 곧바로 연결되는 것은 아니지만 내용지식 수업에서도 지혜의 여러 측면들을 찾아볼 수 있다는 것을 시사한다⁴⁹⁾. 또한, 학습자의 지혜로운 정도를 의미하는 인간의 개별적 ‘상태로서의 지혜’와 행동이나 사고, 태도 등에서 나타나는 ‘행위로서의 지혜’가 서로 구분될 수 있다는 것을 의미하기

48) 본 논문의 4장은 한국과학교육학회지에 게재된 임인숙, 송진웅(2018)의 “‘과학의 지혜’에 대한 탐색적 연구: 지혜 지향적 과학교육을 향하여”의 내용(38권 6호, pp. 793-812)을 학위 논문의 형식과 성격에 맞춰 재구성한 것이다.

49) 물론, 과학수업 중에는 과학 내용지식 수업이 아닌 과학사·과학철학을 주제로 하거나 과학기술관련 사회쟁점에 대해 다루는 수업들도 있다. 그러나 실제 학교에서 실천으로 이어지는 비율은 크지 않다. HPS나 STS, 또는 SSI를 활용한 수업은 과학에 대한 인간중심적 접근을 교육에 적용하려는 시도로서(이현주, 2018), 과학지식 중심의 수업보다 지혜와 더 가깝게 연결될 수 있다. 그러나 이 주제들은 많은 교사들이 교육적 의미에 대해서는 긍정적으로 인식함에도 불구하고, 실제 수업에 적용하는 데 여러 현실적 어려움이 따른다는 점에서 공통의 제한점을 갖고 있다. 이런 어려움들을 개선하여 이론적 과학수업의 다양화를 꾀하는 많은 연구들이 진행중이나(e.g. 양정은, 김현정, Lei Gao, 김은진, 김성원, 이현주, 2012; 신동희, 신하윤, 2012; 이현주, 최윤희, 고연주, 2014, 2015; 정운숙, 김성원, 2015; 이현주, 2016, 2018; 이현옥, 이현주, 2017; 정행남, 유선아, 2017; Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005; Matthews, 2014; 2018), 현실적으로 흔하지 않은 상황이므로 이와 같은 특수한 목적의 과학수업을 모두 고려하지는 않았다.

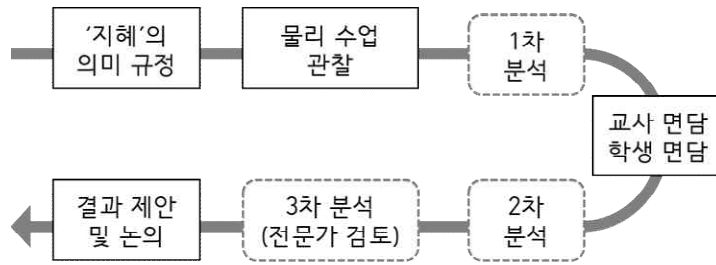
도 한다.

따라서 연구2에서는 여러 맥락에서 이해되고 있는 지혜를 개념적으로 명료화하고, 그것이 과학 내용지식 수업에서 어떻게 드러나고 있는지를 살펴보고자 하였다. 이를 통해 미래 과학교육의 지향점으로서 지혜가 어떤 의미인지 구체화하고, 과학 내용지식 수업에서 지혜를 가르칠 수 있는 실천적 방안을 제안하고자 하였다. 즉, 실제 과학수업을 관찰하여 과학수업 중에 어떤 지혜가 가르쳐지고 있는지를 살펴보고, 그것을 왜 지혜로 볼 수 있는지에 대해 논변하는 것이 연구2의 목적이다.

과학수업에서 지혜를 탐색하기 위해서는 먼저 지혜의 의미를 명확히 규정해야 한다. 이에, 과학수업에서 탐색하고자 하는 ‘지혜’의 의미를 선행연구와 연구1의 결과를 바탕으로 규정하였다. 그리고 고등학교의 물리수업을 관찰하여 얻은 자료를 토대로 과학수업에서 가르쳐지는 지혜들을 1차적으로 도출하였다. 이후 면담과 전문가 검토를 거쳐 최종 결과를 확정하고 각각에 대해 질적으로 논의하여 연구 결과로 제안하였다.

4.2. 연구 방법

연구2의 자료수집을 위해, 3개 고등학교의 물리수업 관찰과 각 학교의 교사 면담 및 학생면담을 수행하였다. 연구 절차를 [그림 4-1]에 간략히 나타내었다. 구체적인 연구 방법과 절차는 연구 참여자, 자료 수집, 분석 방법으로 나누어 제시하였다.



[그림 4-1] 연구2의 절차

4.2.1. 연구 참여자

연구 참여자로는 과학에 대한 흥미나 성취도, 그리고 졸업 후 진로에 차이가 있는 다양한 학습자들을 선정하고자 하였다. 그렇게 함으로써 모든 학습자들에게 의미를 가질 수 있는 지혜를 도출할 수 있을 것으로 기대하였다. 연구 참여자를 모집하기 위해 수도권 지역의 과학고등학교, 일반고등학교, 특성화고등학교를 하나씩 선정하고 각 학교의 2학년 물리 담당교사와 해당 교사가 가르치는 1개 반 학생들을 대상으로 모집 문건을 배부하였다. 모집된 연구 참여자는 A과학고등학교에서 2학년 물리수업을 담당하고 있는 A교사와 그의 수업을 수강하는 학생들, B일반고등학교에서 이과 2학년 물리를 가르치고 있는 B교사와 그가 가르치는 1개 반 학생들, 그리고 C특성화고등학교의 2학년 물리 담당교사인 C교사와 그가 가르치는 1개 반 학생들이다.⁵⁰⁾ 편의를 위해, A과학고등학교는 ‘A과학고’로, B일반고등학교는 ‘B일반고’로, C특성화고등학교는 ‘C특성화고’로 간략히 표현하였다.

세 명의 교사는 연구자가 수업분석 이후에 요청한 교사 면담에 동의 절차를 거친 후 참여하였으며, 각 수업을 수강하는 학생들 중에서 자발적으로 면담에

50) 연구 참여자의 학교를 구체적으로 특정할 수 있는 정보들은 본문에서 인용하지 않았으며 모든 응답에 대해서 개인적인 특징이 강하게 드러나는 말버릇이나 속어 및 은어 표현은 발언의 해석에 영향을 주지 않는 선에서 삭제하거나 변경하였다.

참여할 의사를 밝힌 학생들을 대상으로 학생 면담이 진행되었다. 연구에 참여한 교사들의 특징을 간략히 기술하면 다음과 같다. A교사는 11년의 교직 경험이 있으며 일반중학교와 일반고등학교를 거쳐 A과학고에서 4년째 근무 중이다. A교사는 물리수업에 자신감이 있는 편이고 과학고 학생들의 특성에 대해 잘 알고 있다고 인식하였다. A교사는 과학교육 물리 전공 박사학위 소지자로서 물리학과 과학교육에 대한 이해가 높은 편이다. B교사는 B일반고에서 교직 생활을 시작하여 3년째 물리수업을 담당하고 있으며 그 외 학교에서의 근무 경력은 없다. 입시 중심의 학교와 학습자 집단에 적응하는 과정을 거치면서 교직을 시작한 첫 해와 지금의 수업 방식이 많이 달라졌다고 언급하였다. C특성화고에서 3년째 재직 중인 C교사는 총 교직 경력이 13년이며, 처음 5년은 중학교에서 과학 과목을 가르쳤고 이후 5년은 다른 특성화고등학교에서 물리를 가르친 경험이 있다. 일반고등학교에서의 교직 경력은 없으며 과학교육 물리 전공 석사학위 소지자이다. 세 명의 교사 모두 물리학 전공 이학사 취득 및 과학교육 석사 수료 이상의 학위 과정을 거쳤다. 따라서 물리학에 대한 이해가 높은 편이며 과학교육에 대한 생각과 철학을 풍부하게 갖고 있다고 판단되었다. 교사 연구 참여자의 간략한 정보는 [표 4-1]에 정리하였다.

[표 4-1] 연구 참여자 기본 정보 - 교사

교사	학교	성별	경력	학위	교직 경험의 특성
A교사	A과학고등학교	여	11년	과학교육 박사학위	일반중학교 및 일반고등학교에서의 교직 경험 있음
B교사	B일반고등학교	남	3년	과학교육 석사과정 재학 중	재직 중인 학교 외의 다른 학교 근무 경험 없음
C교사	C특성화고등학교	여	13년	과학교육 석사학위	재직 중인 학교 외 다른 특성화고에서의 교직 경험 있음

연구 참여자 교사들이 근무하는 고등학교는 학생들의 과학에 대한 흥미와 성취도, 진로 면에서 큰 차이를 보인다. A과학고는 과학 내용지식 수업이 세분화되어 있고 학생들 스스로 탐구 주제를 정하고 연구를 수행할 수 있는 프로그램이 풍부하게 제공되며 전문가들로부터 연구 지도를 받을 수 있는 기회가 많아 과학고등학교로서의 교육적 장점들을 전형적으로 갖추고 있다. B일반고는 과학·수학 성적이 우수하고 이공계 관련 진로를 생각하고 있는 학생들이 많이 입학하는 학교로서 학생들의 과학·수학 성취도가 보통의 일반 고등학교에 비해 상당히 높은 편이다. C특성화고는 몇 개의 세부 전공으로 반이 나뉘어 있으며 전공에 따라 선택할 수 있는 진로의 폭이 비교적 좁다. 과학에 대한 흥미와 성취도는 낮은 편이나 물리수업에 적극적으로 참여하는 정도는 다른 학교와 비슷하였다.

면담에는 A교사의 수업을 듣는 학생 2명, B교사의 수업을 듣는 학생 6명, C교사의 수업을 듣는 2명이 참여하였다. 면담에 참여한 각 학교 학생들의 특징을 간략히 소개하면 다음과 같다. A1⁵¹⁾은 장래희망이 물리학자이며 철학, 운동, 음악, 영화, 소설 등 과학 외의 다방면에 관심이 많은 편이다. A2는 물리학과 생명과학에 관심이 많으며 최근에는 열역학 법칙에 심취해 있다. 두 학생 모두 물리에 대한 흥미도가 상당히 높으며 어렸을 때부터 과학을 좋아했다고 응답하였다. B1은 과학고 입시를 준비한 적이 있고 물리 과목 성취도는 최상위에 속한다. B2는 물리 흥미도가 높은 편이며 수업 시간에 교사의 질문에 적극적으로 답하는 모습을 보였다. B3는 물리에 대한 흥미도는 중간 정도이며 물리수업 시간이 즐겁다고 응답하였다. B4는 물리에 대해 중간 정도의 흥미를 갖고 있으며 컴퓨터공학과를 지망하고 있다. B5는 물리 과목에서 중간 정도의 성취를 보이나 흥미도는 상당히 높았다. 장래 건축가를 꿈꾸는 B6는 전반적으로 과학을 좋아하는 편이지만 물리에 대해서는 흥미도

51) 'A1'은 A교사의 수업을 듣는 학생들 중에서 첫번째 학생을 의미한다.

가 낮다고 응답하였다. B일반고의 6명의 학생들 중에서 5명이 최근 고민거리를 ‘내신’, ‘중간고사’, ‘시험’이라고 응답하였다. C1은 책 읽기를 좋아하고 호기심이 많은 편이며 교내 물리 성적은 좋은 편이었다. C2는 물리수업 때 교사의 질문에 항상 답을 하려 노력하고 궁금한 사안에 대해서는 망설이지 않고 질문하는 등 상당히 적극적으로 수업에 참여하는 모습을 보였다. 두 학생 모두 물리가 자신의 삶이나 생활에 거의 연관되지 않는다고 인식하였다. 학생 면담 참여자의 세부 정보는 [표 4-2]에 정리하였다. 총 10 명의 학생 면담 참여자 중 여학생은 1명인데, 이는 A교사가 재직 중인 과학고의 남학생 비율이 여학생보다 훨씬 높다는 점과 B교사가 재직 중인 일반고가 남자고등학교라는 점과 관련된다.

[표 4-2] 연구 참여자 기본 정보 - 학생

학생	학교	성별	물리 흥미도	지망 학과	장래 희망	최근 고민
A1	A과학고등학교	남	상	물리천문, 전기, 기계	물리학자	효율적 시간 분배
A2		남	상	물리학과	생명과학자 또는 물리학자	엔트로피 법칙과 우주
B1	B일반고등학교	남	상	-	-	공부
B2		남	상	기계항공공학과	항공기 디자이너	멀어진 내신
B3		남	중	건축과	-	중간고사
B4		남	중	컴퓨터공학과	서버프로그래머	여성
B5		남	상	-	-	시험
B6		남	하	건축학과	건축과	공부
C1	C특성화고등학교	남	하	실용음악	아티스트	음악시간에 부를 노래
C2		여	중	건축과	건축가	연애

*응답하지 않았거나 고민 중이라고 응답한 경우 하이픈(-) 표시하였다.

*C1, C2의 지망 학과와 장래 희망은 현재 전공과 무관하다.

*연구참여자의 모든 정보는 연구참여자들이 직접 기재한 내용을 바탕으로 작성하였다.

4.2.2. 자료 수집

자료 수집을 위해, 3명의 교사에 대해서 각각 4차시의 물리수업을 관찰하였다. 학교에서 진행하는 행사와 시험 기간, 수행평가, 수학여행 등을 고려하여 교사와 협의하여 자료 수집 일정을 결정하였다.

자료 수집 기간 동안 A교사는 상대성이론의 물리적 설명과 수학적 증명

과정을 가르쳤으며 B교사는 상대성이론 및 전기력과 전기장 단원을 수업하였다. C교사는 역학적 에너지 보존법칙 및 전기력과 전자기장 단원을 수업하였다. 관찰한 수업은 모두 영상기기를 사용하여 녹화하였고 사후 전사하여 분석 자료로 활용하였다. 관찰한 4차시의 수업 주제와 핵심 내용들을 [표 4-3]에 정리하였다.

[표 4-3] 관찰한 물리수업의 차시별 주제

교사	1차시 주제	2차시 주제	3차시 주제	4차시 주제
A교사	특수상대성이론의 역사적 배경 및 증명 과정	길이 수축, 시간 팽창, 동시성의 상대성	로렌츠변환과 빛의 도플러 효과	상대론적인 운동량과 에너지
B교사	동시성의 상대성, 시간 팽창	길이 수축, 질량에너지 동등성	전기력선과 정전기	전류가 만드는 자기장
C교사	역학적 에너지 보존법칙	낙하하는 물체의 역학적 에너지 측정 실험	전하와 전기력	쿨롱법칙과 전기장

수업을 녹화하고 전사한 후, 연구자가 먼저 수업 전사본을 분석한 상태에서 교사 면담과 학생 면담을 각각 수행하였다. 교사 면담에서는 먼저 각 교사가 속해 있는 학교의 학습자 집단의 특성을 파악하기 위해 재직 중인 학교의 교육과정과 교과목 구성, 학생들의 진로와 학업에서 보이는 특성에 관해 질문하였으며, 교사의 경험에 따른 인식을 바탕으로 학생들의 과학에 대한 흥미와 성취도, 학생과 학부모의 교사에 대한 요구 등을 조사하였다. 다음으로 연구자가 수업 관찰을 통해 도출한 지혜를 교사와 함께 공유하고 그것이 지혜로서 적절한지, 비슷한 예는 무엇이 있는지, 수업에서는 어떻게 제시하고 있는지 등에 대해 폭넓게 논의하는 시간을 가졌다. 면담은 반(半) 구조화된 형식으로 진행되었으며, 연구자의 분석을 바탕으로 함께 의견을 나누고 이견을 좁혀가

는 방식으로 이루어졌다. 연구자가 면담 전에 미리 작성해 둔 질문지를 바탕으로 면담이 이루어졌으나 연구 참여자의 답변이 명확하지 않거나 구체적인 예시가 필요하다고 판단된 사안에 대해서는 추가적으로 질문한 후 연구 자료로 활용해도 되는지에 대해 동의를 구하였다.

학생 면담에서도 연구자가 도출한 지혜에 대해서 언급하고 이에 대한 학생들의 생각을 자유롭게 발언하게 하였다. 또한 과학과 물리에 대한 전반적인 인식과 물리수업의 의미, 학생의 진로와 과학 및 물리와의 관계 등에 대해 면담을 진행하였다.⁵²⁾ 교사 면담은 연구자와 1:1로 약 90분에 걸쳐 1회씩 진행되었으며 추가 면담이 필요한 경우에는 전자우편과 휴대전화를 활용하였다. 학생 면담은 교사가 동행하지 않는 소집단 면담 형태로 약 60분에 걸쳐 1회씩 진행되었다. 모든 면담 내용은 녹음되었고 사후 전사하여 연구 자료로 활용하였다. 교과서, 미디어 자료, 직접 개발한 보조자료 등 교사들이 수업에서 사용한 기타 자료들도 함께 수집하여 연구 결과의 신뢰와 타당성을 높이기 위한 교차 검증에 활용하였다.

4.2.3. 분석 방법

(1) 지혜의 의미 규정

연구2는 과학수업에서 가르쳐지는 지혜를 탐색하는 것이 목적이므로, 먼저 지혜가 무엇인지를 명확히 정의해야 한다. 하지만 선행연구를 살펴본 결과,

52) 과학과 물리의 포함 관계를 생각할 때 ‘과학과 물리’라는 표현이 어색하게 들릴 수 있다. 하지만 면담에 참여한 학생들은 ‘과학’과 ‘물리’를 개별적으로 인식하는 듯한 발언을 자주 하였기에 ‘과학과 물리’라고 표현하였다. 학생들은 맥락에 따라 ‘과학’을 ‘물리를 제외한 생물, 화학, 지구과학’을 동시에 이르는 말로 사용하기도 하였고, 분과학문의 총칭이 아닌 ‘기술(technology)의 기초가 되는 자연과학 지식’의 의미로 ‘과학’을 사용하기도 하였다.

여전히 지혜의 정의에 대해서는 합의된 바가 없다는 것을 알 수 있었다(Sternberg, Jarvin & Reznitskaya, 2008; Sanders & Jeste, 2013). 오히려 지혜의 속성이나 준거, 구성요소나 발달요인 등에 관한 연구가 누적되면서 지혜의 개념적 범주는 점차 넓어져 왔다. 그 이유 중 하나는 지혜가 여러 상이한 요소들 간의 조절과 균형으로 이루어지는 통합적 개념으로 인식되기 때문이다(Birren & Fisher, 1990; 임인숙, 송진웅, 2017). 따라서 지혜의 개념적 확장은 포괄적이고 다차원적인 지혜의 속성들을 폭넓게 탐색해온 결과로 해석될 수 있다. 지혜를 조작적으로 규정하려는 시도는 지혜의 통합적 성격을 퇴색시키거나(Birren & Fisher, 1990), 지혜의 본질적 가치를 놓치는 결과를 초래할 수 있다는 우려를 항상 동반한다.⁵³⁾

그럼에도 불구하고, 과학수업 내용으로부터 구체적인 지혜를 도출하기 위해서는 지혜의 의미를 한정하여 볼 필요가 있다. 이것은 본 연구에서 제안하는 의미가 지혜의 정의에 가장 적합하다고 주장하기 위한 것이 아니다. 그보다는 연구자가 보고자 하는 지혜의 의미를 분명하게 정해두는 것이 자료 분석의 타당성을 높일 수 있다고 생각되기 때문이다. 따라서 자료 수집에 앞서, 선행연구 분석과 연구1의 결과를 바탕으로 연구2에서 보고자 하는 지혜의 의미를 정의하고자 한다.

기존의 연구들을 살펴보면, 지혜는 크게 두 가지 관점에서 이해되고 있다. 능력, 기질, 성격, 정신발달 등 인간의 내면의 여러 측면을 설명하는 ‘속성’으로서 지혜를 보는 관점, 그리고 행동, 생각, 방법, 태도 등 인간 외적으로 드러나는 의식적 ‘행위’로서 지혜를 생각하는 관점이 그것이다.⁵⁴⁾ 지혜를 인

53) Sternberg(1990)은 이에 관해 “... (지혜에 대한) 완전한 이해는 언제나 우리를 비껴가며, 그것을 인식하는 것 그 자체가 지혜의 한 표시이다(원문: ... the recognition that total understanding will always elude us is itself a sign of wisdom.).”라고 언급하였다.

54) 판단력, 창의력 등 인간의 ‘능력’이나 재능을 지혜로 보는 연구들은 Robinson(1990), Chandler & Holliday(1990), ‘기질’ 및 ‘성격’을 지혜로 보는 연구들은

간의 내면적 속성으로 보는 관점에서는, 교육보다는 타고난 기질이 지혜에 큰 영향을 미치며 개인의 끊임없는 수련과 성찰을 통해 지혜가 발달할 수 있다고 여겨진다. 즉, 지혜는 인간만이 가질 수 있는 고차원적인 속성으로 여겨지기 때문에 과학이라는 교과 안에서는 발견하기 어려울 수 있다.

반면, 지혜를 인간의 의식적인 행위로 보는 관점에서는 ‘지혜’가 ‘지혜로운 행위’와 동일시된다⁵⁵⁾. 행위로 나타나는 지혜는 속성으로서의 지혜보다 감각적으로 인지되기 쉬우므로 비교적 구체적으로 지혜를 특정할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 과학교육의 측면에서 볼 때, 이 관점은 지식으로서의 과학이 아닌 실천으로서의 과학을 조명하는 데도 유용하게 적용될 수 있다. 그러나 지혜를 행위로 한정하는 것은 그동안 수없이 논의된 지혜의 성찰적, 초월적 측면을 자칫 간과할 수 있다. 즉, 지혜를 ‘속성’과 ‘행위’로 구분하는 것은 성격이 다른 두 종류의 지혜가 있다는 것으로 해석되기보다는 ‘속성’으로서의 지혜가 ‘지혜로운 행위’로 발현될 수 있다고 보는 것이 적절하겠다. 따라서 본 연구에서는 지혜를 인간 고유의 속성 중의 하나로 보고, 그것의 발현이

Sternberg(1990), Orwoll & Perlmutter(1990), Clayton & Birren(1980), Ardel(2003), 높은 수준으로 발달한 ‘정신적 상태’를 지혜로 보는 연구들은 Csikszentmihalyi & Rathunde(1990), Labouvie-Vief(1990), Pascual-Leone(1990), 등이 있다. 반면 조연이나 중재와 같은 ‘행동’을 지혜로 보는 연구들은 Baltes & Smith(1990), Birren & Fisher(1990), 창의적이거나 통찰적인 생각을 지혜로 보는 연구들은 Meacham(1990), Staudinger, Döner, & Mickler(2005), 문제에 대처하고 해결하는 ‘방법’ 등을 지혜로 보는 연구들은 Kramer(1990), Kupperman(2005), Solomon, Marshall, & Gardner(2005), 인간의 ‘태도’를 지혜로 보는 연구들은 Kitchener & Brenner(1990), Arlin(1990), Bluck & Glück(2005) 등이 있다. 여기 언급한 대부분의 연구들은 지혜를 능력, 기질, 행동 등의 분류를 따르는 하나의 차원으로 보고 있다는 것이 아니라 그런 것들이 지혜의 요소가 되거나 지혜의 범주에 들어갈 수 있다고 본다. 대부분의 지혜 연구는 지혜를 통합적 개념으로 인식하고 그 구성 요소나 발달 요인이 무엇인지를 여러 차원에서 제시하고 있다.

55) 예를 들어, ‘어머니들이 가지고 있는 삶의 지혜’라는 일상적 표현에서 사용되는 ‘지혜’는 어머니들이 생활 속에서 보여주는 지혜로운 행동, 생각, 조언, 방법 등을 일컫는 표현이다. 즉, 이 때의 ‘지혜’는 ‘지혜로운 행위’와 동일시된다.

지혜로운 행위로 나타난다는 관점을 견지하고자 한다.

그렇다면 지혜란 어떤 속성을 일컫는가? 앞서 살펴본 선행연구들을 종합해 볼 때, 지혜는 “지성(智性)과 정의(情意)의 측면에서 끊임없이 더 나은 상태를 지향하는 속성”으로 정의될 수 있다⁵⁶⁾. 소크라테스가 이야기한 지적 겸손으로서의 지혜는 끊임없이 알고 더 깊이 이해할 것을 요구하고, 통합과 균형의 관점에서 지혜를 보는 연구들은 소수만 도달할 수 있는 정신적 성숙함의 상태를 지혜로 보았다. 또, 지혜를 추구해야 한다고 주장했던 연구들은 현재를 반성하고 더 높은 가치를 지향할 것을 촉구해 왔다. 깊은 이해를 추구하고 개인과 사회를 위해 행동으로 실천할 것을 요구하는 지혜의 핵심적 가치들도 지금에 안주하지 않고 항상 더 나은 상태로 나아가고자 하는 지혜의 속성을 반영한다고 볼 수 있다.

“지성과 정의의 측면에서 끊임없이 더 나은 상태를 지향하려는 속성”은 다양한 형태의 인간 행위로 발현될 수 있다. 그것은 인간의 개별적 행동일 수도 있고, 공동체의 사회적 활동으로 나타날 수도 있으며, 또는 제도나 규약 등 사회에 유용한 무형의 산물로 표현될 수도 있다⁵⁷⁾. 즉, ‘지혜로운 행위’란 인간의 의식적인 행동, 목적이 있는 사고(思考), 취하거나 대응하는 태도, 고

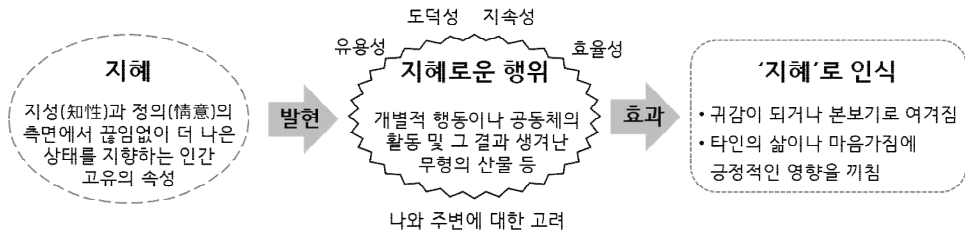
56) ‘지성(智性)’과 ‘정의(情意)’는 모두 인간의 정신적 영역이나, ‘지성’이 이성(理性)과 지각(遲刻)의 영역이라면, ‘정의’는 감정(感情)과 의지(意志)의 영역을 의미한다.

57) 방법이나 시스템, 지식 체계와 같은 무형의 산물들에 대해서 지혜로움을 말할 수는 있으나, 유형의 물체에 대해 지혜롭다고 말하는 것은 적절하게 사용된 용례로 보기 어렵다. 지혜로운 과정을 통해 유용한 발명품을 만들어냈다고 해서 그 발명품 자체를 ‘지혜’라고 부르는 것은 지혜가 인간을 설명하는 용어라는 기본적 전제를 벗어난다. 하지만 방법이나 규범, 사고방식 등은 때에 따라 지혜로 수식될 수 있다고 본다. 그 이유는, 무형의 산물인 경우 물리적으로 실재하는 것이 아니기 때문에 인간 개인이나 공동체의 인식과 의지, 그리고 전수(傳受)에 의해 존재하고 보존될 수 있다. 따라서 ‘지혜로운 무형의 산물’은 그것을 지혜롭다고 생각하는 사람들의 인식을 언제나 수반한다고 볼 수 있으므로, ‘지혜로운 인간 활동’에 포함될 수 있다고 보았다. 이 문제에 대해서는 존재론이나 인식론적으로 깊이 다룰 필요가 있겠으나, 여기서는 간단히 연구자의 관점을 밝히는 수준에서 마무리하고자 한다.

안해낸 방법 등을 폭넓게 아우른다. 예를 들어, 과학이라는 학문은 수많은 사람들이 오랜 시간에 걸쳐 발달시킨 무형의 산물로서, 끊임없이 자연에 대한 이해를 추구함으로써 더 나은 지적 성취를 지향하려는 속성을 가지고 있다. 따라서 이런 관점에서는 과학도 일종의 지혜로운 인간의 활동으로 해석될 수 있다.

그리고 이 과정에서 지혜로운 행위는 다음의 몇 가지 가치를 수반할 것을 요구한다. 그것은 유용성, 도덕성, 지속성, 효율성, 그리고 ‘행위자 및 그 주변에 대한 고려’이다. 선행연구 분석과 연구1에서 살펴보았듯이, 지혜는 창의성과 일부 그 성격을 공유하는 것으로 인식된다. 지혜와 창의성은 서로 구별되는 속성이지만, 창의성이 전혀 없는 활동에 대해 지혜롭다고 말하기는 쉽지 않다. 지혜로운 활동은 어느 정도 유용한 결과를 산출할 수 있어야 하며, 그 방법 면에서는 가능한 효율성을 갖추어야 한다. 창의성과 구분되는 지혜의 특성은 도덕성과 개인의 좋은 삶, 그리고 사회의 안녕을 더욱 중요한 가치로 삼는다는 점이다. 따라서 지혜로운 활동은 의도와 방법, 결과의 측면에서 항상 도덕성을 수반해야 하며, 어느 때건 행위의 주체와 그 행위로 인해 영향을 받는 주변을 동시에 고려할 수 있는 것이어야 하겠다. 한편, 연구1의 결과에서는 행위의 지속성이 지혜로움을 판단하는 근거로 작용한다는 것을 알 수 있었다. 어떤 사람의 태도, 행동, 언변, 판단 등은 장기간에 걸쳐 일관적으로 나타날 때, 지혜로 인식될 수 있었다. 그 결과, 지혜로운 행위는 타인의 삶이나 마음가짐에 긍정적인 영향을 끼친다. 나아가 다른 사람으로 하여금 귀감이 되는 사례로 여겨지면서 비로소 ‘지혜’, 또는 ‘지혜롭다’고 인식될 수 있다.

지금까지 정리한 내용을 바탕으로 연구2에서 규정하는 지혜의 의미를 도식화하면 [그림 4-2]와 같다.



[그림 4-2] 연구2에서 정의한 지혜

(2) 자료 분석 방법

지혜에 대한 위의 정의에 따라, 수집된 자료들 속에서 ‘지혜라는 인간의 속성이 여러 과학적 행위로 발현된 사례들’을 찾아보고자 하였다. 즉, 과학을 인간 활동의 일종으로 보는 관점을 가지고 과학의 실천적 측면에서 발견할 수 있는 지혜를 탐색하는 것에 초점을 두었다.

자료 수집을 거친 후 3단계에 걸쳐 자료를 분석하고 최종 연구 결과를 도출하였다. 먼저 연구자가 수업 전사본을 반복적으로 읽으며 과학수업 내용으로부터 지혜로운 과학적 활동들을 도출하고 목록화하는 1단계 분석을 수행하였다. 이때, 과학지식의 전달과 이해를 목적으로 설명하는 내용보다는 해당 교사가 특징적으로 강조하는 내용에 주목하여 지혜를 도출하고자 하였다. 예를 들어, 본 연구의 연구 참여자인 A교사는 마이컬슨-몰리 실험에 대해 ‘의심의 과정’을 강조하며 다음과 같이 발언하였다.

A교사: 이론을 세우고, 실험을 하면 이렇게 되겠지. 하고 예측을 했는데 그게 안 맞을 때는 첫째, 일단 실험 도구를 의심해야 돼. 내가 실험 측정을 잘못된 게 아닐까? 근데 실험도구를 아무리 봤더니 실험도구는 괜찮아. 내가 측정은 잘 한 것 같아. 그럼 이제 뭐가 문제야? 이론이 문제인 거지. 뭔가 잘못된 게 아닐까? 이렇게 의심이 시작되는 거죠. [수업]⁵⁸⁾

이 발언은 마이컬슨-몰리 실험 자체에 대한 과학적 설명보다 실험에 임하는 과학자의 태도와 실천에 대한 언급이다. 이 발언으로부터 ‘예상치 못한 결과가 나왔을 때는 과정이 정확했는지 살펴본다.’라는 명제를 지혜로 추출하였다.

결과가 예상과 다르게 나왔을 때, 방법을 바꾸거나 쉽게 원리를 의심하지 않고 먼저 과정의 정확성을 따져보는 것은 일상생활에서도 필요한 합리적 태도가 될 수 있다. 또한 윤리적으로 문제가 되지 않으며, 시행착오를 줄일 수 있어 효율적이고, 실험을 하는 사람과 과학자 공동체 모두에게 도움이 되는 장려할 만한 태도라고 생각되었다. 과학자 공동체 내에서 지속적으로 나타나는 태도라는 점도 고려되었다. 반면 같은 교사가 다른 실험에 대해 설명한 다음과 같은 발언에서는 지혜를 도출하기 어렵다고 보았다.

A교사: 그리고 항상 빛의 속도로 움직이나? 실제로 맞냐? 그걸 또 증명하기 위해서 실험을 했죠. 실험실에서 중성파이온을 낚두는 거야. 그럼 파이온이 쪼개지면서 빛이 퍼져나가겠지. 그때 감마선의 속도를 측정해. 빛의 속도를. 그다음에 이 파이온을 가속시켜. 그 상태에서 애가 쪼개지는 거야. 그러면 고전역학에 의하면 쪼개져서 가는 애는 빛의 속도보다 더 빨라야 되는 거죠. 우리의 생각에는 움직이고 있다가 딱 쪼개진 애는 더 빨리 갈 것 같았는데 실험 결과, 그렇지 않았겠죠. 둘 다 빛의 속도 c 로 움직이더라. [수업]

58) 본 연구에서 면담 및 수업 발췌문의 표기는 다음과 같이 통일하였다. 수업 중 발언이나 대화는 [수업], 면담 중 발언이나 대화는 [면담], 서면 질의 응답에서 발췌한 응답은 [서면 응답]으로 발췌문 마지막에 표기하였다. 발언자 표기는 면담에 참여한 교사 및 학생의 경우 ‘A교사’, ‘A1학생’ 등으로 표기하였으며, 면담에 참여하지 않은 학생이 수업 중에 발언한 경우 ‘학생’, ‘학생들’로 특정하지 않고 표기하였다. 발췌문이 너무 길어지는 경우 중복 문장이나 의미 전달에 크게 영향을 미치지 않는 문장은 ‘(생략)’ 표기로 대체하였다. 또한 발췌문의 의미가 명확히 드러나도록, 면담이나 수업 중 실제 발언에서 생략된 표현은 의역하여 괄호 안에 표기하였다.

A교사가 언급한 중성파이온 가속 실험 과정은 지혜로운 활동보다는 과학적 가설을 검증하기 위한 지적 활동에 가깝다고 보고 지혜로 도출하지 않았다. 중성파이온 가속 실험은 효율성과 유용성의 가치를 수반하는 실험이다. 하지만 이는 가속 실험 장치가 효율적이고 유용하게 만들어졌기 때문이지, 실험을 수행한 인간의 활동이 그러했기 때문이라고 보기는 어렵다. 또한 이 실험의 의도는 도덕성을 판단하기에 적합하지 않으며, 행위자와 주변에 대한 고려와도 거의 무관하다. 과학을 전공할 일부 학생들을 제외하면 귀감이 되거나 본보기가 된다고도 보기 어렵다. 이러한 이유로, 위의 사례는 지혜가 아닌 과학 실험에 관한 지식으로 판단하였다.

이와 같은 방식으로, 관찰한 모든 수업의 전사본을 분석하여 과학수업에서 가르쳐지는 지혜를 문장 형태로 도출하였다. [표 4-4]는 1단계 분석 결과를 ‘다양성과 개방성’, ‘문제 해결 방법’, ‘과학과 인간의 관계’의 3가지 주제로 범주화한 결과이다.

[표 4-4] 연구2의 1차 분석 결과

다양성과 개방성	문제 해결 방법	과학과 인간의 관계
관찰자에 따라 서로 다른 세계관을 가질 수 있음을 안다.	공통 기호를 사용하여 소통하는 것의 유용함을 안다.	과학지식이 생활에 유용한 기술로 활용될 수 있음을 안다.
같은 현상을 다양한 관점에서 해석해본다.	예상치 못한 결과가 나왔을 때는 과정이 정확했는지 살펴본다.	과학지식이 세상을 보는 눈을 변화시킬 수 있음을 안다.
당연하게 여겨진 것들이 사실이 아닐 수 있음을 안다.	작은 차이를 발견하기 어렵다면 스케일을 키워서 실험한다.	과학지식은 어떻게 활용하느냐에 따라 해악이 될 수 있음을 안다.

상반되는 주장도 양립할 수 있음을 안다.	실험의 오차를 줄이기 위해 여러 번 반복하여 얻은 평균값을 활용한다.
감각적으로 느끼는 것이 사실과 다를 수 있음을 안다.	다양한 상황을 설정하여 생각해본다.
문제 상황에 자신을 대입하여 생각해본다.	

다음으로는 1단계 분석 결과와 원자료를 가지고 교사 면담을 진행하여 연구자의 해석이 적절한지, 도출된 결과가 교사의 의도와 상반되는지를 확인하였다. 더불어 본 연구의 연구목적과 본 연구에서 정의한 지혜의 의미를 공유한 뒤, 다시 1단계 분석 결과의 적절성에 대해 교사들과 함께 논의하고 다시 유목화하였다. 연구 참여자인 교사들은 모두 학부에서 물리학을 전공한 석사과정 수료 이상의 배경을 가지고 있다. 따라서 세 명의 교사는 연구 참여자이면서 동시에 연구 결과의 해석에 있어 타당도와 신뢰도를 높일 수 있는 전문가로 인정되기에 자신의 수업뿐 아니라 연구자가 참관한 수업의 결과 해석과 논의에 참여하였다. 실제로 연구자가 앞서 도출한 ‘예상치 못한 결과가 나왔을 때는 과정이 정확했는지 살펴본다.’는 교사 면담에서 적절성에 대한 논의를 거친 후 기각되었다. 세 명의 교사들과 각각 면담을 마친 후, 2단계 분석을 완료하여 [표 4-5]와 같이 정리하였다. 이 과정에서 문장 형태였던 기술 방식을 명사구(名詞句)형태로 변환하였다.

[표 4-5] 연구2의 2차 분석 결과

과학적 탐구로서의 지혜	문제 해결 방법으로서의 지혜	과학과 인간의 관계에 대한 지혜
기존의 생각에 대한 의심	기호와 약속을 사용하는 소통방식	과학이 사회에 미치는 영향에 대한 이해
새로운 생각에 대한 개방적 태도	문제 상황의 조건을 바꿔 생각해보는 사고	과학이 나 자신과 맺는 관계에 대한 이해
주어진 조건에서 최선의 방법을 찾아내는 노력		

마지막으로, 2단계 분석 결과를 가지고 과학교육 전문가 3인에게 검토 의견을 받은 후, 최종 수정하여 3단계 분석을 완료하였다. 완료된 분석 결과는 4.3. 절에서 제시하였다.

4.3. 연구 결과 및 논의

연구 결과, 과학수업에서 가르쳐지는 6가지의 지혜를 도출할 수 있었다. 먼저, 과학적 탐구에 필요한 태도에 해당하는 지혜로, ‘합리적 의심과 개방적 태도’ 및 ‘최선의 대안을 찾는 노력’을 도출하였다. 다음으로, 문제 해결에 유용한 방법에 해당하는 지혜로, ‘조건을 변화시켜보는 사고방식’과 ‘과학의 언어를 사용하는 소통방식’을 도출하였다. 마지막으로, 과학과 인간의 관계에 대한 고찰에 해당하는 지혜로, ‘과학과 사회의 관계에 대한 이해’와 ‘과학과 나의 관계에 대한 인식’을 도출하였다. 연구 결과로 도출된 6가지의 지혜는 끊임없이 더 나은 상태를 지향하려는 인간 고유의 속성이 과학적 활동 안에서 발현된 결과로 해석될 수 있다. 이어지는 절에서는 수업과 면담 전사본에서 발췌한 발언들을 토대로 각 연구 결과가 지혜로 제안될 수 있는 이유에 대해

논의하였다.

4.3.1. 과학적 탐구에 필요한 태도

A과학고와 B일반고에서 진행된 상대성이론 수업에서는 인간이 직접 경험할 수 없는 세계를 탐구해 온 과학자들의 지혜가 공유되고 있음을 발견할 수 있었다. 상대성이론은 20세기 초에 아인슈타인이 발표한 이론으로서 시공간이 모든 관찰자에 대해 상대적이라는 생각을 바탕으로 뉴턴역학과 전자기학 사이의 모순을 해결한 이론이다. 특정 기준점에 대해 빛의 속도에 가까운 정도로 빠르게 움직인다거나 질량이 에너지로 변환되는 상황 등, 상대성이론에서 가정하는 특수한 상황들을 직접 겪어보는 것은 거의 불가능하다. 하지만 아인슈타인은 정밀한 사고실험을 핵심으로 하여 거시적 세계의 원리를 생각해내었고 이후 다른 과학자들이 실험과 관측 통해 이론을 증명해냄으로써 과학사의 큰 발전을 이끌 수 있었다. 이와 같은 과학자들의 탐구는 ‘합리적 의심과 개방적 태도’, 그리고 주어진 상황에서 ‘최선의 대안을 찾는 노력’이 뒷받침되었기에 가능하였다.

■ 합리적 의심과 개방적 태도

지식에 대한 끊임없는 의심과 새로운 생각에 대한 열린 태도는 과학의 발달을 이끈 원동력이었다. 자신이 알고 있다고 믿는 것이 다른 사람의 관점에서는 틀릴 수도 있다는 것, 그리고 지금은 옳다고 생각되는 지식도 영원불변의 진리가 아님을 과학은 알려주고 있다. A교사와 B교사 모두 상대성이론 수업의 초반부에서 고전역학이라는 기존의 이론에 대해 의심하기 시작한 과학자들의 이야기를 언급하였다.

B교사: 자, 우선 알아야 될 것은 아인슈타인은 절대로 기존에 있는 것들을 그대로 이야기하고 그냥 넘어가려고 하지 않았어. 딱 두 가지의 가정만 한다. 제일 첫 번째가 뭐냐, 모든 관성좌표계에서는 물리 법칙이 동일하게 성립한다. ... 둘째, 광속 불변의 법칙이야. [수업]

A교사: 내가 빛의 속도로 움직이면서 같이 개를 봤을 때, 어떻게 보일까? 생각하면 고전역학에 의하면 애가 멈춰있는 것처럼 보여야 돼요. 빛이 멈춰있어. 사인파가 막 보여야 되는 거지. 근데 그럴 수가 없겠지? 전자기에 의하면. 맥스웰 방정식에 의하면 빛의 속도는 항상 c 로 일정하게 가야 되는데, ... 역학에서는 애가 멈춰있는 것처럼 보일 거라는 거지. 이상하잖아, 그게. [수업]

아인슈타인은 시간과 공간이 고정되어 있다는 고전역학의 기본 전제를 그냥 받아들이지 않고 빛의 속도가 불변한다는 가정을 우선순위에 둬으로써 위대한 발견을 할 수 있었다. 위대한 발견은 고정관념을 벗어날 때, 기존에 가지고 있던 생각을 따르지 않을 때 가능한 것이지만 그렇다고 해서 꼭 과학자에게만 이런 개방적인 사고방식이 필요한 것은 아니다. B교사는 앞으로 과학자가 되지 않을 학생들에게도 고정관념을 벗어나 기존의 생각을 의심하는 태도가 필요하다고 생각하였다.

B교사: 기존의 고정관념들을 벗어났을 때 새로운 것을 발견할 수 있으니까. 그랬으면 좋겠다는 의미에서 이걸 항상 하고 넘어가거든요. 애들이 앞으로 과학을 계속해야 하는데, 그런 고정관념을 벗어날 때에만 이런 혁명적인 패러다임을 바꿀 수 있는 위대한 발견을 한다. 항상 새로운 생각을 좀 더 해봤으면 좋겠다. 앞으로 모두가 과학자가 되진 않을 거지만. (과학자가 되지 않을 아이들한테도) 의미 있다고 생각해요. 다른 어떤 직업을 갖더라도 필요한 것 같아서, 이거는 항상 하고 있는 것 같아요. [면담]

B교사의 말처럼, 합리적 의심과 개방적 태도는 과학자가 되지 않을 학생들의 삶에도 긍정적 영향을 줄 수 있는 지혜가 될 수 있다. 근거와 논리에 기초하여 기존의 생각에 도전하고, 새로운 생각과 의견을 적극적으로 수용하고 검토하는 태도는 개인과 공동체의 발전에 필요한 기본적인 요소이기 때문이다. 무조건적인 의심이나 무비판적인 수용은 원활한 소통을 저해하고 공동체의 신뢰를 약화시킬 수 있다. 과학은 어떻게 하는 것이 ‘합리적으로’ 의심하는 것인지, 진정으로 ‘개방적인’ 태도가 무엇인지를 우리에게 알려준다. 과학 이론이 나오게 된 배경이나 과학자의 아이디어가 착안된 맥락을 살펴보면, 기존의 생각에 대한 의심으로부터 새로운 가설이 등장하고 비판적인 검토를 통해 지식으로 수용되는 과정을 어렵지 않게 찾을 수 있다. 상대성이론뿐 아니라 그 이전의 뉴턴역학에서도, 이후의 양자역학에서도 마찬가지이다.

B교사: 이거 전에 뉴턴을 하잖아요. 뉴턴역학을 이거 전에 항상 가르치잖아요. 근데 그거 들어갈 때도 그렇게 하거든요. 뉴턴이 왜 혁명적이었는지. 왜냐면 기존에 가지고 있던 관성에 대한 생각을 따르지 않았기 때문에. 임페투스 얘기하는 거 항상 해요. 그렇기 때문에 이렇게 뉴턴이 새로운 걸 했고, 양자역학 할 때도 한 번 더 얘기하고. [면담]

과학지식은 본질적으로 임시성을 내재한다. 현재까지 발견된 증거들과 증명된 실험 결과들로 뒷받침되면서 가장 합리적인 설명으로 받아들여지는 이론이 과학지식으로서의 권위를 얻는다. 과학지식은 그것을 반박할 수 있는 증거와 대안 이론이 등장할 때까지 지식으로서 인정받을 수 있다. 과학지식의 임시성으로부터 우리는 과학에 대한 맹신에 빠지지 않는 태도가 필요함을 깨달을 수 있다. 상대성이론의 발견은 누구에게나 당연하게 느껴졌던 시간의 절대성마저 관찰자의 상황에 따라 달라질 수 있다는 것을 보여준다.

A교사: 어떤 두 가지 이벤트가 동시에 일어났는가 안 일어났는가에 대해서 동의하지 않을 거라는 거죠. 한 관찰자한테 보통 동시에 일어나는 일은 다른 사람에게는 그렇지 않을 거예요. 그럼 둘 중에 한 명이 옳고 한 명이 틀렸냐, 라고 하면 그렇지 않다는 거죠. 둘 다 맞아요. 두 관찰자 중에 누가 더 타당하다고 말할 수 있는 기준도 없고, 둘 다 맞는 거죠. [수업]

동시성의 상대성은 모든 관찰자에 대해 시공간이 고정되어 있다는 고전역학의 기본 가정을 무너뜨리는 발견이다. 상식이나 정설로 받아들여지는 기존의 생각에 도전하기 위해서는 새로운 생각을 뒷받침할 타당한 근거가 제시되어야 하며 설득력 있는 설명이 뒷받침되어야 한다. 전자기학이 발달하면서 고전역학과 충돌하는 지점이 발견되고 마이컬슨-몰리 실험이 에테르의 존재를 입증하지 못하게 되면서 오랜 시간 당연한 것으로 여겨졌던 고전역학에 대한 ‘합리적’ 의심이 과학 공동체 내에서 생겨났다. A교사는 상대성이론을 둘러싼 과학사적 맥락을 설명하면서 기존의 생각과 상반되는 결과를 마주했을 때 과학자들이 느꼈을 감정을 학생들이 간접적으로 체험해보기를 원하였다.

A교사: 보통 사람들이 이론을 세울 때, 이론을 세우고 실험을 하면 이렇게 되겠지 하고 예측을 했는데, 그게 안 맞을 때는 첫 번째 일단 실험 도구를 의심해야 돼. 내가 실험 측정을 잘못된 게 아닐까? 근데 실험 도구 다 봤더니 측정은 잘한 것 같아. 그럼 이제 뭐가 문제야? 이론이 문젠 거지. 뭐가 잘못된 게 아닐까? 이렇게 의심이 시작되는 거죠. [수업]

A교사: 그때 발견했을 때 역사적 상황이 이랬었으니까요. 다들 믿고 있었고, 내가(마이컬슨과 몰리가) 이론을 확신하고 있었으니까 실험을 했는데, 왜냐면 그때는 이론 확인 실험이었기 때문에 그니까 그 사람이 느꼈을 것 같아요. 이걸 마이컬슨-몰리에서 얘기했던 것 같은데, 마이컬슨과 몰리가 실험을 하면서 그들이 느꼈었을 과정 같은 걸 애들한테 소개를 해주면, 그 사람이 느꼈던 걸 애네들도 납

득해야 되니까요. [면담]

마이컬슨-몰리 실험은 빛의 매질이라고 여겨졌던 에테르의 존재를 입증하기 위해 설계된 실험이었지만 오히려 에테르의 존재를 부정하는 결과로 이어졌다. 실험을 설계한 의도와 다른 결과가 나왔을 때나 예상치 못한 결과를 마주했을 때, 보통은 당혹감을 느끼며 결과가 도출된 과정에 오류가 없었는지, 실험이 정확하게 수행되었는지를 확인한다. 과정에서의 문제 여부를 확인하고 나면 과학자들은 다음으로 대안적 설명을 찾게 되는데, 이때 기존의 이론이 틀릴 수도 있다는 가능성을 열어두고 합리적인 의심을 견지하는 태도는 과학자들의 실천에서 찾아볼 수 있는 지혜가 될 수 있다. 면담에 참여한 학생들 또한 기존의 생각에 용기를 가지고 도전한 과학자들의 모습을 좋아하고 또 본받고 싶어 하였다.

A2학생: 아인슈타인이나 드브로이 같은 과학자들을 좋아했었던 이유가 기존에 정설로 받아들여지는 이론에 대해서 당당하게 맞섰잖아요. [면담]

A1학생: 저는 플랑크를 좋아하는데 플랑크가 진짜 실험, 좀 사소해 보이는 실험일 수도 있는데, 흑체복사 실험.⁵⁹⁾ 그걸로 앞에 있는 걸 진짜 싸그리. ... 어떻게 보면 물리를 하게 된, 평생 할 목표 같은 게 있는데 그거랑 완전히 반대를 해본 거잖아요. 근데 그거를 다른 과학자들은 애써 부정하고 그러는데 플랑크는 그걸 발표하고 그랬으니까... [면담]

합리적 의심과 개방적 태도는 과학 공동체가 현재에 안주하지 않고 계속해서 지식의 확장과 변화를 이끌게 하는 동력으로서 기능한다. 과학지식의 임시성, 혹은 잠정성이란 말은 과학지식에 절대적인 권위를 부여하지 않음으로써

59) 실제로는 플랑크가 흑체복사 '실험'을 한 것이 아니라 흑체복사 그래프를 해석하기 위한 양자가설을 이론적으로 제안한 것이다.

일견 과학지식에 대한 신뢰를 약화하는 것처럼 보일 수 있다.⁶⁰⁾ 하지만 그것은 단순히 A라는 이론이 B라는 이론으로 대체되고 다시 언제든지 C로 바뀔 수 있다는 한시적 성격을 강조하는 의미가 아니다. A를 포괄하면서도 더 많은 것을 설명할 수 있는 이론(A')이 등장하거나, B가 해결하지 못한 현상을 해석할 수 있는 새로운 이론(b)이 더해지는 등, 과학지식은 단순히 ‘변화’의 과정을 거처온 것이 아니라 시행착오를 거치면서 꾸준히 ‘발전’해 왔다. 과학 지식의 잠정적 성격이 오히려 과학의 발전 가능성을 내포하는 의미로 받아들여질 수 있는 이유는 과학자들의 합리적인 의심과 개방적 태도가 뒷받침되었기 때문이다. 그리고 이런 태도로서의 지혜는 학생들로 하여금 불가능해 보이는 탐구에 실제로 도전해보게 하는 데 영향을 주었다.

A2학생: 사실 비슷한... 상대성이론은 아닌데, 그런 유형의 프로젝트 같은 거를 지금 A1이랑 같이 하고 있거든요.

연구자: 그게 뭐예요? 되게 궁금하다.

A2학생: ... 사실 연구하는 데 사심이 들어가면 안 되는 게 맞긴 한데, 근데, 그 결론이 마음에 안 드는 거예요. 엔트로피 법칙이 시사하는 결론이요. 결국엔 다 종말한다는. 그러다 보니까... 관심을 가지게 된 게 물리학적으로 불가능하다고 여겨지는 영구기관을, 만들어보기보다는 진짜 불가능한지 가능성을 재검토해보는...

연구자: A1학생이랑 같이 실험하고 있다는 거죠?

A1학생: 실험은 아니고 사실 이론적으로 하고 있는데, 시뮬레이션 조금 해보고... 일단

60) 과학의 잠정성에 관해 Mach(2014, original work 1883)는 다음과 같이 언급한 바 있다. “과학은 언제나 (이론에 대한) 입증이나 반박(의 사례)가 등장하기를 기다리고 있어야만 하는 것이다. 만일 입증도 반증도 일어나지 않는다면, 과학은 아무 일도 할 수가 없다. 과학은 이처럼 언제나 ‘불완전한 경험’의 영역에서 움직여갈 뿐이다.” ‘불완전한 경험’이라는 표현은 과학이 경험을 근거로 하면서도 한편으로는 (경험하지 않아도) 사태를 예측할 수 있어야 한다는 의미이다. Mach(2014)에 의하면 과학 이론은 경험을 기반으로 하여 발전함과 동시에 많은 사람들의 경험을 대체함으로써 시간과 생각을 ‘절약’해준다. ‘사유의 경제성(Economy of thought, 독일어 원문: Denkökonomie)’이라 불리는 Mach의 이런 생각으로부터 과학의 잠정성은 필연적인 것이 된다.

영구기관은 안될 것 같고, 열법칙은 한 번 도전해보고 있는데 지금 점점 가능성이 약해지고 있어요. [면담]

영구기관이 정말로 불가능한지, 엔트로피 증가의 법칙(열역학 2법칙)에 의심의 여지는 없는지에 대해 같이 고민하고 있는 두 학생은 학교에서 배운 과학지식을 재검토하면서 과학자들의 합리적 의심과 개방적 태도를 실천하고 있었다. 두 학생의 도전은 현실적으로 성공하기 어려워 보이지만, 이 과정을 통해 지금보다 더 지혜로워질 수 있을 것이라는 데에는 의심의 여지가 없어 보인다.

연구자: 결국 실패하게 되면 어떤 느낌이 들 것 같아요? 후회할 것 같아요?

A2학생: 후회는 안할 것 같아요. 설령 법칙이 맞았다고 하더라도 아까 말씀드렸던 다중 우주라든지 그런 가능성이 있으니까. 시간 여행이라든가. 좀 절망스러운 건 아니고 약간 안타깝긴 하겠지만, 그래도 포기하는 안 할 것 같아요. [면담]

■ 최선의 대안을 찾는 노력

역사적으로 유명한 과학 실험을 소개할 때, 교수학습의 초점은 보통 실험의 원리와 결과의 해석에 맞춰져 있다. 무엇을 알아보기 위해 어떻게 실험을 설계했고 어떤 과학적 원리가 바탕이 되었는지, 그리고 그 결과의 과학적 의미는 무엇인지에 대해 설명함으로써 실험은 과학지식을 증명하는 실제적 근거로 제시된다. A교사는 가속된 중성파이온이 붕괴할 때 나오는 감마선의 속도를 측정하여 광속이 30만 km/s 이상이 될 수 없다는 사실을 밝혀낸 실험에 대해 학생들에게 다음과 같이 설명하였다.

A교사: 그리고 항상 빛의 속도로 움직이냐? 그걸 증명하기 위해서 실험을 했죠. 중성파

이온을 이용했어요. 중성파이온은 되게 불안정하거든. 그래서 애가 붕괴돼. 감마선이 짹 퍼져나가. 그래서 어떻게 하나면 중성파이온을 가속시켜. 그래서 엄청나게 빨리 막 움직여. 그 상태에서 애가 빵! 쪼개지는 거야. 그러면 고전역학에 의하면, 가속하고 있다가 쪼개져서 가는 애는 빛의 속도보다 더 빨라야 되는 거죠. 그렇게 실험을 한 거지. 우리의 생각에는 움직이고 있다가 딱 쪼개진 애는 더 빨리 갈 것 같았는데 실험 결과, 그렇지 않았겠죠. 둘 다 빛의 속도 c 로 움직이더라. [수업]

위 설명은 빛의 속도가 어떤 좌표계에서건 30만 km/s의 속도로 일정하다는 과학적 사실을 증명하는 실험적 근거로서 제시되었다. 학생들은 이를 통해 광속 불변의 법칙이라는 상대성이론의 기본 가정을 사실로 받아들이게 되고, 이것은 이후에 이어지는 ‘시간 팽창’과 ‘길이 수축’ 원리를 이해하는 밑바탕으로 작용한다. 이처럼 실험이 과학지식을 뒷받침하는 부수적 근거로 제시될 때는 원리와 결과의 해석을 중심으로 설명하는 것이 분명 효율적일 수 있다. 하지만 하나의 실험이 나오게 된 과정에서 발견할 수 있는 과학자들의 지혜는 실험이 수행된 당시의 역사적 배경과 당시의 과학기술 수준을 함께 고려할 때 찾아볼 수 있다. 기존에 있던 실험을 조건만 바꾸어 똑같이 반복하는 것이 아닌 이상, 새로운 실험을 설계하고 적절한 도구를 갖추어 오류 없는 실행에 이르기까지의 과정은 녹록지 않은 경우가 대부분이다. 특히 경험할 수 없는 미시적 세계나 거시적 세계, 또는 상대성이론의 배경이 되는 ‘빛의 속도가 가깝게 움직이는 관찰자의 세계’를 탐구하기 위한 실험은 충분한 기술이 갖춰지지 않으면 불가능하다고 생각되는 것이 당연하다. 하지만 그럼에도 어떻게든 주어진 상황 속에서 가능한 실험을 설계해 내는 것은 과학자들의 노력과 창의력이 결부된 태도로서의 지혜로 제시될 만하다.

A교사: 그리고 또 되게 거시적 시계는, 난 이런 실험을 생각하는 사람이 좀 괴짜 같다

는 생각이 드는데, 1971년에 이 사람들이 어떻게 했대? 휴대 가능한 원자시계를 실었어. 어디에? 비행기에. 그리고 어떻게 해? 지구를 돈 거야, 실제로. 시간 팽창 실험을 하려면 전제조건은 엄청나게 빨라야 돼. 근데 속력이 그만큼 안 돼. 그럼 둘 중에 하나야. 정밀한 실험을 하거나, 오래 달려. 그래서 각각의 간격으로 세계를 두 번 돈 거야. 비행기를 타고... 또 몇 년 뒤에, 특정한 사람이 더 정밀한 시계를 가지고 이번엔 기차를 탔어. 실제로 횡단을 해. 그랬더니 이번엔 1%의 오차로 설명이 된 거지. 과학자 중엔 이런 사람도 있어. 괴짜 같지만 재밌지 않니? [수업]

A교사의 발언에 등장한 과학자들은 비행기와 기차를 타고 세계를 돌면서 시간 팽창 효과를 감각적으로 경험 가능한 수준에서 보여주었다. A교사는 보다 정밀하게 시간 지연 효과를 증명한 뮤온 입자 관측 실험과 함께 또 다른 예시로 이 실험을 소개하였다. 뮤온 입자 관측 실험은 1976년 유럽입자물리연구소(CERN, Conseil Européenne pour la Recherche Nucléaire)에서 수행된 실험으로, 평균 수명이 $2.1\mu s$ 에 불과하여 실험실 외에서는 관측조차 불가능한 뮤온 입자를 최첨단 기술을 갖춘 실험실에서 검출하여 시간 지연 효과를 입증해낸 실험이다. 훨씬 더 과학적으로 정밀하게 측정된 뮤온 입자 관측 실험을 먼저 알려주고 이어서 “괴짜 같은” 과학자들의 실험을 소개한 이유에 대해 A교사는 이해를 돕기 위한 목적과 더불어 ‘가치’가 있기 때문이라고 이야기했다.

A교사: 가치가 있는 거죠. 한 획을 그은 것 같은 느낌? ... 어떻게 보면 의미가 없어 보이지만 사실은 가치가 있는 거에 투자할 수도 있는? 사실 수업 시간에 애를 넣은 건, 특수상대성이론을 애들이 안 믿을 거니까 믿었으면 좋겠어서 얘기를 하는 거고, 보통 과학자들 중에 이런 걸 많이 소개했던, 아까 얘기했던 절대 0도(에 근접하기 위해 노력하고 있는 과학자들에 대한 얘기랑 엮어서 생각해보면, 이 과학자들은 좀 다른 사람들이 볼 땐 멍청해 보이고 어이없어 보인다고 할지라도 가치를 가지고 좀 그런 무리한 것들을 끈질기게 해봤으면 좋겠는 거죠. [면담]

A교사는 작은 차이를 보여주기 위해 노력하는 과학자들의 집요한 노력도 충분히 해볼 만한 가치가 있다는 생각을 학생들과 공유하고자 하였다. 같은 이유로 그는 완벽한 절대 0도(0K)에 도달하는 것이 물리적으로 불가능하다는 것을 알면서도 수백만 분의 1도를 낮추기 위해 끊임없이 노력하는 과학자들의 끈기에 대해서도 학생들에게 이야기한 적이 있다고 하였다. 과학자들의 그런 행동이 지혜롭게 느껴지는지 물었을 때, 그는 가능한 조건들을 활용하여 최선의 방법을 찾아냈다는 점이 지혜롭게 느껴진다고 답하였다.

A교사: 지혜롭다고 볼 수 있을 것 같아요. 실례를 만들어 준 거잖아요. 다른 사람들에게 상대성이론이 맞다는 걸 일상생활에서 알려준 거니까. 난 이게 이 사람들이 할 수 있는 최선이라고 생각하는데, 무온을 관찰해서 했네 이런 것들은 일반 사람들에게는 당연히 와 닿지 않을 거기 때문에, 그러기 위해서는 최적의 방법인 거죠. 할 수 있는 기술과 수준에서의 최선의 방법. [면담]

실험이나 현상을 통해 증명되지 않으면 이론은 그저 그럴듯한 가설에 머무를 수 밖에 없다. 학생들은 과학자들이 생각해내는 기발한 아이디어 못지 않게 그것이 맞는지 확인하기 위한 과학자들의 노력도 중요하다고 생각하고 있었다.

A1학생: 사실 그게 이미 나온 이론을 검증하는 실험이잖아요. 이론이라는 게 이론 물리학자들이 자기 맘대로 막 해서 그냥 식 이렇게 내면 하나의 가설 같은 거를 만든 건데 그게 여태까지 엄청나게 많은데 실험을 해서 안 맞는 건 다 폐기되는 거예요. [면담]

A2학생: (A1학생과) 비슷한 생각이예요. 모든 이론은 결국에는 현상을 설명하기 위해서 존재하는 거니까 그 현상을 설명할 수 없으면 그 이론이 필요가 없는 거죠. 아무리 깔끔하고 잘 맞아떨어지고 그럴듯해 보이더라도. [면담]

B교사 또한 비행기와 기차를 이용하여 시간 지연을 측정한 실험에 대해서 “자신이 할 수 있는 범위 내에서 자신이 할 수 있는 방법을 찾는” 것이 기발하면서도 지혜롭다고 보았다. 비슷하게, 거리를 알고 있는 두 산의 정상에서 등불과 덮개를 사용하여 광속을 측정하려고 시도했던 갈릴레이의 실험도 결국 실패했지만 지혜로운 시도였다고 B교사는 생각하였다.

B교사: 우리가 할 수 있는 범위 내에서 모든 게 다 가능한 건 없잖아요. 그 때 이제 실험을 실제 하려면 자신이 가능한 범위 내에서 그걸 증명하기 위해서 실험 설정을 어떻게 해야 하는가. 기술의 한계를 극복하기 위해서. 시에네 우물로 지구의 크기를 측정하는 그 실험 진짜 대박인 것 같아요. 기술의 한계를 (극복하고), 너무 기발하잖아요. 너무 대단한 것 같아요. [면담]

B교사: 그때 할 수 있었던 기술이 한계가 있으니까, 자신이 할 수 있는 범위 내에서 자신이 할 수 있는 방법을 찾는 것. 빛의 속도 검출 실험을 할 때, 갈릴레이가 실험했던 방법이 5km 떨어진 곳에서 이걸(등불 덮개) 열면, 다시 빛이 들어오잖아요. 그걸 했는데, 그 뒤에 (피조의) 톱니바퀴 실험이랑 몇 개 더 있잖아요. 자신이 할 수 있는 범위에서 이렇게 설계했다는 것. [면담]

특수상대성이론을 물리수업 시간에 배우는 목적은 “모든 관성계에서 빛의 속력이 동일함을 알고, 시간 지연, 길이 수축, 동시성과 관련된 현상을 설명 (손정우, 이봉우, 문홍주, 박승호, 이세연, 전병희, 2018, 비상교육 고등학교 물리1 교과서, p. 66)”하는 것이다. 과학을 지식으로서 배울 때는 과학적 개념을 잘 이해하고 그에 관한 현상을 설명할 수 있는 단계에 이르는 것 그 자체로 배움의 목표가 되기에 충분할 수 있다. 하지만 과학을 지혜로서 배우고자 한다면 과학지식이 어떻게 지금의 모습을 갖추게 되었는지, 그 과정에서 어떤 지혜를 찾을 수 있을지 알아보는 것이 배움의 목표가 되어야 한다. 상대성이

론이 확립되기까지의 과정은 인간이 직접 경험할 수 없고 당시로서는 실험해 볼 수도 없었던 빛의 세계를 탐구하는 과정이었다. 대부분의 인간이 평생 한순간도 경험하지 못할 광속의 세계를 탐구하기 위해, 과학자들은 기존의 이론을 합리적으로 의심하면서도 주어진 조건 내에서 가능한 방법들을 찾아내는 지혜를 발휘하였다.

과학의 발달사를 개별 인간의 행위에 초점을 맞춰 미시적으로 들여다보는 일은 과학지식이 소수 천재 과학자들의 업적으로 이루어진 것이 아니라 수많은 보통 과학자들의 성공과 실패로부터 나온 작은 성과라는 것을 이야기 한다는 점에서 의미가 있다. 과학지식을 뛰어넘은 창의성의 결과로 보는 것과 여전히 진행 중인 탐구의 과정으로 보는 것은 ‘과학자들의 과학’과 ‘모두를 위한 과학’ 사이의 거리만큼의 차이가 있다.⁶¹⁾

4.3.2. 문제 해결에 유용한 방법

2000년대 중반 이후부터 미래사회의 인재를 육성하기 위한 교육적 목표로 핵심역량을 기반으로 하는 교육과정이 등장하였다. 핵심역량에 관한 논의에서 빠지지 않고 등장하는 ‘문제해결력’은 과학적 문제뿐 아니라 일상적·사회적 문제를 해결하는 데 요구되는 역량으로서 미래사회를 살아갈 민주시민에게 요구되는 과학적 소양의 요건이 된다(Norris & Phillips, 2003; Murcia,

61) 역사에 이름을 남긴 과학자들은 보통 비범한 천재들로 그려진다. 하지만 그들의 삶을 더 깊이 들여다보면 성실함, 끈기, 집착력과 같은 태도가 뛰어난 업적을 뒷받침했다는 사실을 발견할 수 있다. 예를 들어, 자연 선택설을 제안하여 생물 진화론을 확립한 찰스 다윈(Charles Darwin, 1809-1882)은 천재성을 갖춘 영웅적 인물로 묘사되기도 했지만(e.g. Holder, 1892), “느리고, 공들인 과학적 탐구(원문: the slow, painstaking work of scientific investigation)(Lightman, 2010, p. 341)”에 헌신하는 “인내심 있는 실험가(원문: patient experimenter)(Lightman, 2010, p. 347)”로 그려지기도 하였다(e.g. Darwin, 1887). 다윈의 삶에서 지혜를 찾고자 한다면 그의 출중한 천재성 보다는 오랜 탐구의 과정을 지속케 한 끈기와 노력에 주목해야 할 것이다.

2009). 자연에 대한 호기심과 탐구에서 시작된 과학은 그 자체로 자연에 대한 문제를 해결하는 일종의 방법론이다. 지금으로서는 당연히 받아들여지는 자연 현상들, 예를 들면 무거운 물체와 가벼운 물체가 동시에 떨어지는 현상이나 전류가 흐르는 도선 옆의 나침반 바늘이 움직이는 현상 등은 중력과 전자기력에 관한 지식이 없었던 때에는 ‘이해할 수 없는 문제 상황’으로, 과학자들에게 “왜”라는 의문을 갖도록 만들었다. 과학의 발전사는 크고 작은 문제 상황들을 가장 합리적이고 타당한 방식으로 해결하면서 정립해온 과학적 방법론의 역사와 다르지 않다. 본 연구에서는 물리수업 중에 공유되는 과학적 방법론으로서 ‘조건을 변화시켜보는 사고방식’과 ‘과학의 언어를 사용하는 소통방식’에 주목하였다.

■ 조건을 변화시켜보는 사고방식

물리학은 우리 주변의 물리적 현상들이 왜 그렇게 일어날 수밖에 없는지에 대해 알려준다. 많은 학습자들이 물리학을 어렵게 생각하고 일상과 동떨어져 있는 것으로 인식하지만 걷고, 대화하고, 차를 마시기 위해 물을 데우는 사소한 행동들에도 모두 과학적 원리가 숨어있다. 그럼에도 학습자들이 학교에서 배우는 물리학과 자신의 삶이 동떨어져 있다고 느끼는 이유 중 하나는 막상 학교에서 배운 물리 지식만으로는 주변의 물리적 현상을 온전히 이해하기가 어렵기 때문일 것이다. 예를 들어, 일상에서는 마찰이나 공기저항을 무시할 수 없고 이상기체도 존재하지 않으며 건전지의 내부저항도 무시할 수 없다. 이 조건들을 모두 고려하여 현상을 설명하기에는 문제가 너무 복잡해진다. 학습자들이 물리적 원리를 비교적 쉽게 이해하게 하기 위해서는 가장 간단한 상황을 가정해야 한다. 하지만 그럴수록 학습자들이 실제 경험하는 상황과는 멀어지게 된다. C교사는 역학적 에너지 보존법칙에 대해 설명하면서, 실제로

역학적 에너지가 보존되는 상황이 거의 불가능함에도 불구하고 학생들이 배워야 하는 이유에 대해 ‘간단한 것부터 해야 복잡한 상황을 다룰 수 있기 때문’이라고 언급하였다.

C교사: 공기저항이나 마찰력 없는 상황이 없어요. 근데 왜 배워? 성립도 안 되는데? 쉬
우니까. 간단한 거부터 해야지, 복잡한 상황부터 배우면 아무것도 뭐 할 수가 없
어. 일단 간단한 상황 먼저 보고 그다음에 저항이 조금 들어가면 거기에 대해서
도 계산을 해주고, 마찰이 들어가면 좀 더 계산을 해주고 해야지. 우리 운동 배
울 때도 실제로 등속도 운동한 적 별로 없는데 제일 간단하니까 그거부터 먼저
하고 그다음 가속운동하고 이렇게 갔잖아요. 이것도 그런 식이다. [수업]

이상(理想)적 상황에서만 보존되는 원리를 학생들이 알아야 하는 이유는,
그것이 더 복잡한 상황을 해결하기 위한 출발점이 되기 때문이기도 하다.
공기저항과 마찰력이 없는 상황에서의 운동에너지와 위치에너지 개념을 이
해하고 그 합이 일정하게 유지된다는 법칙을 알게 되면, 왜 마찰력이 있는
상황에서는 에너지가 보존되지 않는지, 보존되지 않는 에너지는 어디로 가는
지, 나아가 다양한 형태의 에너지가 우리 주변에서 어떻게 순환하고 소실되어
가는지에 대한 폭넓은 이해에 도달할 수 있다. 간단한 상황부터 시작해서
고려할 조건을 하나씩 더해가며 점차 복잡한 상황에 접근해 가는 방식은 과학
자들이 실제 자연 현상에 대한 문제를 다룰 때에도, 학생들이 과학을 배울
때에도 유용하게 사용되었다. B교사의 ‘전류에 의한 자기장’ 수업도 마찬가지로
가장 단순한 상황부터 배우고 점차 복잡한 상황을 이해하는 순서로 진행되
었다.

B교사: 원형 전류는 자기장을 어떻게 유도하는가에 대한 거야. 자, 원형 전류라고 해서
어려울 거 하나도 없어. 이렇게 길게 늘어져 있던 도선을 어떻게 만들었을 뿐이

다? 원을 이렇게 동그랗게 만들었을 뿐이다. ... 다음 거는 솔레노이드에 의한 자기장이다. 자칫하면 원형 전류랑 똑같다고 놓을 수가 있는데, 약간 달라. 원래는 원형 도선을 여러 개 섞은 거랑 똑같아. 세기는 약간 다른 점이 있는데 뭐냐면, ... 마지막 뭐냐면, 토로이드라는 거야. 이 솔레노이드를 휘어서 붙여버려. 그래서 이렇게 팽팽하게 감긴 거를 원형 형태로 서로 붙여버리는 거를 토로이드라고 한다. [수업]

‘전류가 만드는 자기장’ 단원을 가르칠 때 직선 전류로부터 원형 전류, 코일 형태의 솔레노이드를 거쳐 토로이드에 이르는 순서로 설명하는 방식은 B교사만의 독특한 방식이 아니라 오래전부터 교과서에서 제시한 정형화된 순서이다. 학습자의 이해를 돕기 위해 쉬운 것부터 가르치는 것은 당연할 수 있지만, 그저 ‘쉬우니까’ 먼저 배우는 것과 ‘복잡한 상황을 이해하기 위한 출발점으로서’ 먼저 배우는 것에는 차이가 있다. 복잡한 상황을 가장 단순한 상황으로 환원시켜 거기에 조건을 더해가며 문제에 접근하는 방식은 문제 상황의 이해를 도울 뿐만 아니라 새로운 생각을 가능하게 한다. A교사와 B교사의 상대성이론 수업에서는 새로운 조건을 덧붙이면 어떻게 되는지 묻는 학생들의 질문이 종종 등장하였다.

학생: 선생님, 우주선이 위로 가면 빛이 휘어요?

B교사: 아, 여기 이 상태에서 우주선이 위로 가면? 어떻게 될까?

학생들: 이렇게, 이렇게... (손가락으로 방향을 그리며) 휘어질 것 같은데

B교사: 우주선이 위로 가면 여기 안에 있는 사람이 어떻게 보이겠어? 그냥 직선으로 보이지. 근데 밖에 있는 사람이 관찰을 하게 되면, 이렇게 대각선으로 가게 돼. 아까 (누군가) 휘어진다고 했는데, 실제로 휘어지는 경우 있어. 가속운동을 할 때. 가속운동을 하면 빛이 실제 휘어지면서 가는 걸 확인할 수 있어. [수업]

특수 상대성이론 수업에서는 보통 외부 관찰자 앞을 가로로 지나가는 우주

선을 예시로 들어 사고실험을 진행한다. 우주선 외부의 관찰자의 입장에서 볼 때 우주선의 진행 방향축과 우주선 내부에서 발생한 빛의 진행 방향은 보통 나란한 것으로 설정되는데, B교사가 가르치는 반의 한 학생은 수업 도중 우주선이 ‘위로 가는’ 상황, 즉 관찰자로부터 수직 거리가 멀어지는 방향으로 우주선이 움직일 때의 상황에 대해 질문을 던졌다. 이것은 우주선의 운동 방향과 빛의 진행 방향이 같은 축에 놓여있을 때의 상황으로부터 우주선의 운동 방향이 빛의 진행 방향과 수직하게 놓여있을 때의 상황으로 문제의 조건을 변화시킨 것에 해당한다. 이렇게 되면, 관찰자가 어느 쪽 빛이 먼저 방출되었는지를 인지하는 문제에서 빛의 경로가 어떻게 바뀌어 보이는지를 파악하는 문제로 바뀌게 된다. 잘 알려져 있다시피, 위로 올라가는 우주선 내부에서 우주선의 운동 방향과 수직한 방향으로 빛이 방출되었을 때 빛의 경로가 어떻게 보이는지 생각해 보는 사고실험은 일반 상대성이론의 핵심인 중력-관성력 등이 원리로 이어진다. 조건을 하나씩 더해가는 것과 조건을 조금씩 변화시켜 보는 것은 모두 문제 상황을 명확히 이해함으로써 궁극적으로 문제 해결로 이어지는 데 도움이 된다. A교사의 수업에서도 다음과 같이 한 학생이 문제 상황의 조건을 변화시키는 경우에 대해 질문하였다.

A교사: 전자를 가지고 실험했어요. 에너지를 계속 투입해서 일을 계속 해줘. 그랬더니 전자의 속도가 빨라지긴 해. 어느 정도까지는. 그런데 일정 정도 지나고 나면 속도가 안 빨라져. 이건 뭘 의미해? 질량이 늘어나고 있다는 걸 의미하는 거예요. 그래서 상대론적 질량 얘기가 또 나오는 거지.

학생: 선생님, 그럼 빛의 속도에 도달하는 순간 질량이 혹시 무한대가 돼요?

A교사: 그렇겠죠. 만약 한다고 하면. 근데 그럴 수가 없죠. 그러니까 (빛의 속도에) 도달하지 못하는 거겠지. [수업]

어떤 물체에 운동 에너지를 계속 가하면 물체의 속도는 점점 빨라지지만

절대 광속을 넘을 수는 없다. 투입되는 에너지가 물체의 질량 증가로 이어지게 되고, 그렇게 되면 물체의 속도를 증가시키기가 더욱 어려워져 광속에 가까워지기만 할 뿐 광속 이상으로 빨라지지는 않는다. 위의 학생은 물체가 ‘빛의 속도에 도달하는 순간’이 가능한지 여부와 상관없이 물체의 속도를 광속이라는 극한값으로 보냈을 때 물체의 질량에 대해 질문하였다. 조건을 극한값으로 변화시켜 생각해 보는 시도는 위의 경우에, 속도와 질량의 관계에 있어서 수학적 의미와 물리적 의미의 차이를 명확히 하는 데 도움이 된다. 위 학생의 질문에 대한 A교사의 대답에서 “그렇겠죠.”는 ‘수학적으로’ 그렇다는 의미이고, “그럴 수가 없죠.”는 ‘물리적으로’ 불가능하다는 의미이다.⁶²⁾ 수학은 여러 물리량 값들의 관계식을 표현해 줄 뿐만 아니라 그 자체로 물리적 의미를 간명하게 드러내 주는 역할도 한다. 예를 들어 특수상대성이론이 시사하는 중요한 결과 중의 하나인 $E=mc^2$ 이라는 공식은 물체의 총 에너지가 질량과 광속 제곱을 곱한 값과 같다는 것을 의미하면서 동시에 질량이 에너지로, 또는 그 반대로 변환될 수 있다는 물리적 의미를 내포하고 있다. 물리학적 원리를 나타내는 공식을 수학적으로만 이해하거나, 공식을 알지 못하고 정성적으로만 이해하는 것 모두 충분하지 않다. 문제 상황의 물리적 조건을 변화시켜보거나 - 우주선의 방향을 바꿔 생각해보기- 수학적 조건을 변화시켜보는 - 물체의 속도를 광속 값으로 바꿔 생각해보기- 사고방식은 과학지식을 더욱 깊이 이해하고 정확히 적용하는 데 도움이 될 수 있다.

복잡한 조건을 제거하고 이상적 상황을 가정하여 문제에 접근하거나, 문제 상황의 물리적 조건과 수학적 조건을 변화시켜 생각해 보는 것 모두 과학적 문제 해결에 유용한 방법론적 지혜로 제시될 수 있다. 물리수업 중에 학생들

62) 이렇게 해석한 이유는 다음 차시의 수업에서 A교사가 로런츠변환을 한 수학적 설명 과정에서 다음과 같이 언급하였기 때문이다. “사실 (입자의) 속도가 광속에 가까워졌을 때 운동에너지가 무한대가 된다는 건 수학적으로 가능하지만 물리학적으로 불가능하죠. 그러니까 빛의 속도로 갈 수 없다는 거지. 뭐가 있을 때? 질량이 있을 때.”

은 교사가 의도하지 않았는데도 여러 조건을 변화시켰을 때의 현상에 대해 질문하고 논의하는 모습을 보였다. 이는 상황 조건을 변화시켜 생각해보는 것이 방법론적 지혜이기 전에 인간의 호기심에서 기인하는 자연스러운 사고과정임을 보여준다. 그럼에도 이런 사고방식을 과학으로부터 배울 수 있는 방법론적 지혜로서 제안하는 이유에는 두 가지가 있다. 첫째, 과학자들은 문제 해결에 다가가기 위해 어떤 조건을 어떻게 변화시켜야 하는지를 직관적으로 알고 의도적으로 통제하였다는 점이다. 단순히 ‘이렇게 하면 어떻게 될까?’라는 호기심에서 이것저것 조작해보는 것도 사고를 확장하는 창의적 방법일 수 있지만 근거를 가지고 체계적으로 조건을 통제해가며 문제 해결이라는 목적을 향해 가는 사고과정은 이론적 타당성을 높이는 지혜로운 방법으로 볼 수 있다. 둘째, 조건을 변화시켜 올바른 결과를 유추하는 데에는 논리적 사고력과 철저한 검증 과정이 뒤따라야 한다는 점이다. 하나의 문제 상황에 대해 수많은 방법으로 조건을 변화시켜볼 수는 있다. 하지만 그중에서 어떤 것이 유용한지, 그리고 그렇게 변화시켰을 때의 결과는 어떻게 되는지를 과학적으로 생각할 수 있는 능력은 과학자들이 터득한 지혜로 보아야 할 것이다.

연구자: (물리수업 시간에 언급된) 아인슈타인이 어떤 점이 대단한 것 같아요? 상대성이론 말고 아인슈타인에게 배울 점이 있다고 하면 뭐가 있을까요?

A2학생: 사고실험을 잘 할 수 있는 방법 같은... 약간 집중력이 필요한 것 같아요. 머리가 좋아도 그 주제에 대한 관심이나 집중력이 없으면은 변수 하나, 둘씩은 꼭 놓치고 지나가거든요. 저도 사고실험을 자주 하는데, 항상 집중을 안 하면 다른 사람하고 그 모델에 대해서 상의를 할 때 제가 놓치는 게 하나씩은 있더라고요. 그래서 놓치지 않고 넘어가지 않는 그런 능력이 (대단하다고 생각해요).

■ 과학의 언어를 사용하는 소통방식

과학은 과학 공동체에서 합의된 기호와 약속을 사용하여 소통하는 학문이다. 특정 과학 개념이 무엇을 의미하는지 상식적인 수준에서 이해하기 위해서는 정성적인 설명만으로 충분한 경우도 있다. 하지만 물리량 간의 수학적 관계를 원리로 표현하기 위해서는 과학에서 사용되는 기호와 약속들을 숙지하고 있어야 한다. ‘과학적 소양(scientific literacy)’의 ‘literacy’가 본래 문해력을 의미한다는 사실을 상기해볼 때, 전 세계의 모든 과학자가 공통으로 사용하는 과학 기호와 약속들에 익숙해지는 것은 과학 학습의 기초이자 출발점이 된다. 이런 관점에서 과학수업은 학습자들이 과학의 언어를 배우고 그것을 적절하게 사용하는 방법을 알게 하는 훈련 과정이기도 하다(하은선, 2008). 그러나 개별 물리량의 의미를 이해하는 것도 어려워하는 학생들에게 기호들의 조합으로 이루어진 공식을 기억하게 하는 것은 과학에 대한 흥미를 더욱 떨어뜨리는 요인이 되기도 한다.

C교사: 힘을 줘서 물체를 이동시키는 걸 한 글자로 뭐라고 하더라?

학생들: (여러 학생들이 ‘힘’ 또는 ‘줄’이라고 대답)

C교사: 힘을 줘서 물체를 이동시키는 걸 한 글자로 뭐라 하더라?

학생들: (한 학생만 ‘줄’이라고 대답)

C교사: 물체에, 힘을 줘서, 물체를, 이동 방향으로 이동시키는 거. 한 글자로.

학생들: 일, 일~.

C교사의 수업에서 나타난 위의 대화는 학생들이 물리적 개념과 물리량의 단위를 명확히 구분하고 있지 못하다는 것을 보여준다. 물리량을 나타내는 기호와 단위는 모두 영어 대문자나 소문자, 또는 그것들의 조합으로 이루어져 있어서 로마자 표기에 익숙하지 않거나 개념적 이해가 충분하지 않으면 기호의 사용이 오히려 과학을 더욱 어렵게 느껴진다. C교사는 수업에서 역학적 에너지 보존법칙에 관련된 물리 기호들과 공식을 여러 차례에 걸쳐 반복적으

로 알려주고 있었다. 학생들은 질량을 ‘m’으로, 중력가속도를 ‘g’로 나타내는 것 따위의 물리 기호들에 쉽게 익숙해지지 않는 듯 보였다.

C교사: 제일 꼭대기 높이가 몇인지 생각해봐. 그리고 포텐셜에너지를 구해.

학생1: 이거 식을 써놔야겠다.

C교사: (학생의 활동지 한쪽을 가리키며) 여기 써 있어.

학생1: 영어라서 잘 못알아 먹어요.

C교사: (그 옆을 가리키며) 여기 한국말로도 써 있잖아.

학생2: 쌤, 이게 뭐예요? 운동에너지예요?

C교사: 이게 운동에너지. $1/2$, m 은 질량, v 가 속도, 포텐셜에너지는 m 은 질량, g 는 중력가속도, h 는 높이.

학생2: 땡큐

C교사는 과학과 거의 무관한 진로를 선택하게 될 학생들에게도 물리 기호와 단위, 약속과 같은 과학자들의 언어를 강조하여 가르치고자 하였다. 물론 B교사와 A교사도 물리 기호와 단위, 약속들을 수업 중에 학생들에게 설명하였지만, C교사는 왜 그런 기호와 약속이 정해졌는지 그 이유와 맥락을 함께 언급하였다는 점에서 차이가 있었다. C교사는 전기장 벡터의 방향을 ‘양전하가 받는 힘의 방향’으로 설정한 것이 과학자들이 공유하는 ‘보이지 않는 물리적 개념을 시각화할 때의 약속’임을 알려주고자 하였다.

C교사: (전기장이) 안 보여요. 안 보이는데, 알고 싶어. 눈으로 (볼 수 있게) 표현해 주고 싶어. 어떤 전하가 있으면 그 주변에 전기장이 생겨. 그 전기장을 표현해 주고 싶은 거야. 그럼 어떻게 표현을 하기로 했냐면, 과학자들끼리 어떻게 표시하기로 했냐면, 어떤 전하 주변에 양전하를 놔뒀을 때, 그 양전하가 받는 힘의 방향을 표시해 주자. 그걸로 전기장을 한 번 표현해 보자. 이렇게 된 거야. [수업]

C교사는 물리 기호를 설명할 때에도 그것이 과학자들의 소통 방식이자 학문적 언어로서의 의미를 갖는다는 것을 강조하여 설명하였다. 그는 과학자들이 추상적인 과학 개념을 기호로 표기하는 방식과 물리적 현상을 수식으로 기술하는 방법의 의미가 무엇인지 학생들에게 알려주고자 하였다. 물리 기호에 친숙하지 않은 학생들에게 과학의 언어가 갖는 유용성을 깨닫게 하기 위해서다. 다음은 전자기력 공식 $F = k \frac{q_A q_B}{r^2}$ 의 표기법에 대해 설명하는 C교사의 수업 중 발언이다.

C교사: 전기력은 거리 제곱 분에 A의 전하량 곱하기 B의 전하량. 이렇게 (우리말로) 써 놓으면 좋겠는데, 외국 사람들이 보면 뭘 말인지, 까만 색은 글씨고 흰색은 칠판이고 그럴 거 아냐. 그래서 다 같이 볼 수 있는 용어로, 전기력은 힘이니까. 힘은 보통 뭘로 써요, 'F'. 거리는 뭘로 쓰냐면 'r'로 쓰거든요? A의 전하량은 'qA' 이렇게 써요. [수업]

쉽게 일반화할 수는 없겠지만 A교사나 B교사와 비교했을 때 특성화고에서 근무하는 C교사가 과학 언어의 의미와 이유에 대해 더 자주 설명하는 것은 과학에 대한 흥미와 성취도가 낮은 학습자 집단의 특성에서 기인한 것으로 보인다. 졸업 후 진로를 고려해 볼 때 특성화고의 학생들은 과학지식이나 과학 법칙을 깊이 이해하는 것보다는 그것의 기술적·공학적 적용 방법을 아는 것이 실제적으로 더 중요하다. C교사는 그의 학생들이 “문자로 관계식을 표현하고 숫자를 대입하는 훈련이 되어 있지 않다”고 파악하였다.

C교사: 우리 학교의 전공 특성상 오히려 단위, 표기법 등에 생각보다 노출이 많이 되어 있음. 그러나 문자로 관계식을 표현하고 거기에 숫자를 대입하는 훈련이 되어 있지 않아 공식을 유도하는 과정에 따라오지 못하거나 공식을 외웠더라도 값을

대입할 줄 모르는 아이들이 많음. [서면 응답]

C교사의 학생들은 연구자가 참관한 4차시의 물리수업 동안 다른 두 학교에 비하여 수업 참여도가 특별히 낮아 보이지 않았다. C교사의 질문이나 발언에 적극적으로 반응하였고 학생들 간의 상호작용도 꽤 활발하였다. 다만 수업 내용을 이해하거나 문제를 푸는 데에는 어려워하는 모습을 종종 보였다. C교사는 학생들에게 물리 기호를 정확히 기억할 것을 요구하기보다 계속해서 반복적으로 설명해주면서 과학적 언어의 유용성을 알려주고, 실제로 학습자들의 삶에도 도움이 될 수 있다는 것을 알려주고 싶어 하였다. 과학적 언어의 이유와 의미를 여러 번 강조하여 설명하는 이유에 대해 C교사는 “생활에서 늘 보고”, “직업 세계에서 필요하며”, “아이들의 안전에도 관련”되는 등 학생들의 실제 삶에 관련되기 때문이라고 답하였다.

C교사: 이런 거 되게 중요하다고 생각해요. 단위에 대한 약속. 의사소통. 과학자들이 이런 식으로 의사소통을 한다. 그런 얘기를 초반에 많이 하고 (있어요). 그게 꼭 자기 전공이나 일이란 관련되지 않아도 생활에서 늘 보니까. [면담]

C교사: 특히 우리학교 아이들의 경우에 기술과 관련된 부품을 고르고 조립하고 설계하는 훈련을 많이 한다. 과학 공동체 내의 약속을 잘 모르는 경우 생기는 실제적인 문제를 바로 경험하는 아이들이기 때문에 좀 더 정확히 훈련하는 것이 필요하다고 생각한다. 이러한 약속들이 어떻게 정해진 것인지를 알아두는 것이 학생들이 나가게 될 직업세계에서 꼭 필요하며, 아이들의 ‘안전’에도 연결 될 것임
[서면 응답]

C교사가 과학적 기호와 약속들을 강조하여 가르치는 이유는 학생들이 과학을 더 깊이 이해하도록 하기 위해서라거나 어려운 물리 문제를 풀 수 있게 되기를 바라서가 아니다. 과학의 언어와 약속들에 어느 정도 능숙해지는 것이

학생들의 삶에 직접적으로 도움이 된다고 생각하기 때문이었다. 실제로 면담에 참여한 C2학생은 알파벳 기호가 맥락에 따라 다른 의미를 가지며 읽는 법도 다르다는 것을 알게 되었다는 점을 ‘과학을 배워서 좋은 이유’로 꼽았다.

연구자: 과학을 배우면서 지식 말고 깨달은 게 있어요? 과학을 배워보니까 이런 데 좀 도움이 되더라...

C2학생: 살면서 딱히 그렇게 도움됐던 거는... 아, 미터(meter), 몇 미터 이런 거 많이 나오잖아요. 기호 그런 거. 약간 비슷한 개념이긴 한데 무식해 보이진 않으려고 하고. m, 그거 ‘엠’이라고 안 하고 ‘미터’라고 하고. ... ‘미터’라고 말하는 게 훨씬 낫잖아요, ‘엠’보다는. m은 다른 의미에서 쓸 수도 있는데 ‘미터’는 딱 거기에서 약자로만 m 이렇게 ‘미터’로 쓰이는 거니까. 그런 면에서 좀 편하고 좋은 것 같아요. 구분하기 쉬우니까. [면담]

기호와 단위, 약속을 사용하는 과학의 언어는 과학자들 간의 유용한 소통 방식이자 과학 원리를 명료하게 나타내주는 표현 방법이다. 특히 과학 용어를 기호로 표현하는 것은 용어가 갖는 일상적 의미를 제거하고 과학적 의미로만 사용한다는 암묵적 동의를 내포하고 있다. 예를 들어 ‘일’을 ‘W’로, ‘힘’을 ‘F’로 기호화하는 것은 각각의 의미를 $W = \vec{F} \cdot \vec{s}$ 의 관계에 있는 물리적인 의미로 한정하여 사용한다는 뜻을 담고 있다. 즉, 기호화는 표기법을 간단하게 해줄 뿐 아니라 불필요한 의미의 소거를 돕는다. Lemke(1998)은 이와 관련하여, 예를 들어 과학적 개념인 ‘에너지’를 나타내는 기호는 다양하게 존재할 수 있지만 어떤 기호를 쓰더라도 ‘에너지’를 의미하게 되는 것은 그것의 실재성 때문이 아니라 각각을 동등하게 인식하는 법을 사용자 공동체가 학습했기 때문이라고 설명하였다.

과학의 언어를 습득한다는 것은, 모든 언어가 갖는 의미가 그렇듯이, 과학 공동체의 일원으로서 과학적 대화나 토론에 참여할 수 있는 능력을 갖추는 것을 의미한다. 과학의 언어를 숙지하지 못하고 일상적인 용어로만 자연 현상

을 이해한다면 원리로부터 현상을 예측하는 과학적 사고력을 기대하기 힘들다. 하지만 살펴본 것처럼 과학에서 사용되는 기호와 약속을 습득하는 과정은 과학에 대한 흥미와 성취도가 낮은 학생들일 경우, 반복해서 일러줘도 익숙해지기 어려운 과정이기도 하다. 반면 과학을 좋아하고 잘하는 학생들은 과학의 언어가 왜 생겨나게 되었고 지금과 같은 모습으로 발전해 왔는지에 대해서는 깊이 생각해볼 기회가 많지 않다. 과학적 용어와 기호들을 빨리 습득하여 문제 풀이에 활용하는 것이 중요하지, 그것들의 언어로서의 의미나 존재 이유에 대해서는 특별한 관심이 있지 않는 한 배울 기회가 거의 없기 때문이다.

어떤 경우이든, 기호와 약속이 과학지식을 ‘어렵지만 간명하게’ 표현하는 수단으로서만 존재하는 것이 아니라 과학의 발달을 이끈 유용한 방법론적 지혜가 될 수 있음을 아는 것은 중요해 보인다. “과학의 언어들(the languages of science)(Lemke, 1998)”은 과학 활동을 수행할 때 효율적으로 소통할 수 있는 수단이자 과학 학습의 목표 그 자체가 된다(하은선, 2008). ‘과학의 언어’를 과학으로부터 배울 수 있는 방법론적 지혜로 받아들인다면, 그것을 익히고 적절히 사용하는 것을 넘어서 그것이 과학적 개념이 발달함에 따라 어떻게 변해왔는지, 또 학습자의 삶에 어떤 영향을 미치는지를 함께 공유해보는 기회가 필요할 것이다.

4.3.3. 과학과 인간의 관계에 대한 고찰

과학을 배우는 것이 개인의 삶에 어떤 의미가 있는지, 나아가 과학과 인류가 어떤 관계를 맺고 있는지 고찰해보는 것은 과학기술이 빠른 속도로 발전하고 있는 지금에 유용한 통찰을 준다. 앞서 논의한 ‘과학적 탐구에 필요한 태도’와 ‘문제 해결에 유용한 방법’이 각각 과학자들과 과학적 방법론에서 찾아볼 수 있는 지혜라고 한다면 ‘과학과 인간의 관계에 대한 고찰’은 과학을 배우고

향유하는 모든 사람에게 요구되는 지혜라고 볼 수 있다. 과학이 세상에 대한 이해를 제공하는 것에서 그치지 않고 인류의 좋은 삶에 기여하기 위해서는 과학지식이 활용되는 과정이 지혜로워야 하며 이것은 과학 공동체 내부의 사안이 아니라 모두의 책무이다. 과학교육에서는 과학기술과사회(STS) 교육과 과학기술관련사회쟁점(SSI)⁶³⁾ 교육이 이런 사안에 대해 견실히 다루고 있다. 특히 사회과학적 쟁점을 활용한 과학교육은 과학이 야기할 수 있는 논쟁적인 사안들에 대해 윤리적이고 현실적인 가치를 생각해보게 함으로써 과학을 활용하는 데 필요한 지혜를 계발하는 데 도움을 준다.

■ 과학과 사회의 관계에 대한 이해

당연한 얘기처럼 들릴 수 있으나 과학은 어떻게 사용하느냐에 따라 해악이 될 수도 있고 이로움이 될 수도 있다. 과학기술을 적절히 사용하면 재난이나 사고를 예방할 수 있지만 편리함과 효율성만을 좇다 보면 지구온난화와 같은 거대한 위험을 초래하는 데 영향을 미치기도 한다. 과학지식은 일견 사회문화적 가치들로부터 독립적인 듯 보이지만 현대 사회에서 과학기술이 경제, 정치 및 인간 복지에 미치는 영향력이 커질수록 과학지식의 가치중립성이 갖는 설득력은 점차 약해지고 있다. 본 연구에 참여한 B교사의 다음 발언은 과학의 가치중립성과 과학자의 사회적 책임에 대해 모든 교사가 분명한 입장을 가지고 있지는 않다는 점을 보여준다.

B교사: 저도 왜 애들한테 항상 중립적이라고 얘기를 하는지 모르겠는데, 사실 개인적인

63) STS(Science, Technology and Society)와 SSI(socioscientific issues)는 국내 학자에 따라 다양하게 번역된다. 본 논문에서는『Science, technology and society(원제: 과학기술과 사회)(홍성욱, 서민우, 장하원, 현재환, 2015)』와 『What is SSI education?(원제: SSI교육이란 무엇인가)(이현주, 2018)』에서 각 저자가 사용한 번역을 따랐다.

생각은, 어쨌든 과학자도 자신이 가져올 것에 대한 예상을 하고 인지를 해야 한다고 생각을 하거든요. 황우석 사태를 겪어서인지 그랬으면 좋겠다고 생각을 하는데, 이상하게 애들한테 얘기할 때는 중립적이어야 한다고 얘길 해요. 애들한테는 순수하게 우선 과학을 하게 하고, 그걸 활용하고 이런 문제는 좀 나중에 해도 되지 않나? [면담]

B교사는 과학자의 윤리적 태도 및 사회적 책임과 관련하여 이슈가 되었던 사건을 겪으면서 과학의 실천적 측면이 가치의 문제로부터 독립될 수 없다는 점을 인식하고 있었다. 하지만 그는 자신의 생각과는 다르게 학생들이 과학을 가치중립적인 것으로 인식하기를 바라고 있었다. 때문에 과학을 활용할 때 고려해야 할 여러 가지 문제들은 나중에 생각하고 우선은 ‘순수하게’ 과학을 공부하길 원하였다. 과학과 사회적 가치의 관계에 대해서 B교사가 가지고 있는 이런 모순적인 생각은 B교사가 둘의 관계에 대해 제대로 이해하고 있지 못해서가 아니라 오히려 둘의 관계가 정답을 내리기 어려운 관계에 있기 때문이라는 사실을 보여주고 있다. 과학이 가져올 사회적 영향력을 지나치게 고려한다면 과학지식은 선택적으로 발전하게 되고 학문적 성취의 속도는 더더질 것이다. 반대로 과학이 사회적 가치를 전혀 고려하지 않는다면 예측하기 어려운 위험이 발생하거나 악용의 여지가 생길 수 있다. 어느 쪽이 더 나은지에 대한 분명한 정답은 존재하지 않는다.

과학은 증거를 바탕으로 사실 명제를 다루는 학문이기에 정합성, 명료성, 예측 가능성 같은 인식적 가치들을 본질적으로 수반하고 있다(Lacey, 1986). 이런 인식적 가치들은 과학지식 자체에 내재되어 있으면서 과학적 실천을 과학지식으로 이끄는 규범으로서의 역할도 한다. 따라서 인식적 가치를 포함하여 넓은 의미의 가치에 대해 말한다면 과학은 결코 가치중립적일 수 없으며 과학이 가치중립적이라고 말할 때의 ‘가치’는 인식적 가치들을 제외한 사회문화적 가치들 - 도덕적, 정치적, 종교적 가치 등 - 을 의미하는 것으로 볼 수

있다(홍성욱, 2004). 요컨대 과학지식은 그 자체가 사회문화적 가치들에 경중을 부여하지는 않지만 기술을 통해 실체화되거나 정책 결정의 근거로 사용되면서부터는 인간이 부여하는 가치의 문제로부터 자유로울 수 없다. 이 때문에 과학지식이 어떤 목적을 위해 사용될 것인가 하는 문제가 중요해진다. 과학이 인간 사회에 미치는 영향에 관한 교사들의 언급은 물리수업 중에 빈번히 나타났다.

B교사: 이게 바로 질량 에너지 동등성이고, 여기서 뭐가 나오는 거야? 핵폭탄이 나오게 되는 거지. 사실, 그래서 아인슈타인이 핵폭탄을 만들었다고 했는데 만든 게 아니라 (기여했어). 핵폭탄을 만드는 데 이런 주축 과학자들이 있었어, 따로. 근데 아인슈타인은 뭘 했어? 되게 안타까워했지. 핵폭탄이 만들어지는 걸 되게 안타까워 했고, ... [수업]

A교사: 시간에 관련된 모든 기술의 집약체는 GPS입니다. GPS는 특수상대성이론과 일반상대성이론이 다 접목된 시계예요. 왜 그럴까요? 처음에 위성에 시계를 실은 다음에 쏘 거잖아. 위성을 쏘 때 엄청나게 빠른 속도로 쏘겠죠. 그러면 사람이 가서 나중에 그 시계를 조작할 수는 없잖아요. 그러니까 처음에 설정할 때부터 시간지연 효과를 고려해서 시계를 미리 맞추는 거야. 그래서 우리가 다 정보를 주고받고 하고 있잖아요. 그래서 GPS는 상대성이론의 집합체예요. [수업]

상대성이론이라는 과학지식은 전쟁의 목적에 따라 핵무기의 개발로 이어지기도 하고 위성항법 시스템에 적용되어 생활의 편리함을 가져다주기도 한다. 과학지식 자체는 윤리적 판단의 대상이 되지 않지만 그것을 어떻게 적용할 것인지에 대해서는 수많은 이해관계와 가치들이 고려되어야 한다. 과학은 자연을 설명하고 예측하는 학문적 목적 외에도 새로운 기술의 개발과 인류의 복지 증진이라는 실용적 목적 또한 가지고 있기 때문이다. 이런 측면에서 A교사는 미래에 과학자가 될 학생들에게 과학자들이 하는 일의 가치와 의미

를 사회적 기여의 측면에서 알려주고 싶어 하였다. 과학을 하는 사람으로서 과학이 가져올 사회적 변화에 대해 인식하는 것은 그에게 중요한 문제였다.

A교사: 과학고 학생들은 계속 연구를 진행할 애들이고 앞으로 자기가 했던 연구가 어떤 가치를 지니는지, 지금 얘기하는 상대성이론 같은 거는 정말 일상생활과 상관없다고 생각할 수도 있는 그런 이론적 연구인데 그게 사실 그렇지 않다. 실용적으로 다 얼마든지 쓰일 수 있고, GPS는 약간 그런 목적이 의미가 있는 것 같아요. 그게 그만큼 중요하다는 걸 알았으면 좋겠어서... [면담]

A교사의 학생들은 졸업 후 대부분이 과학과 관련된 전공 분야로 진학하게 된다. 그는 과학자가 하는 일이 사람들의 일상생활에 실질적으로 기여할 수 있다는 점을 보여줌으로써 학생들이 자신의 진로에 자부심을 갖게 되었으면 좋겠다고 생각하고 있었다. 과학이 일상생활에 유용한 기술로 활용될 수 있음을 아는 것은 미래의 과학자가 될 학생들에게 자부심을 갖게 함과 동시에 책임감을 심어줄 수 있다. 과학의 유용성을 아는 것은 과학과 인간의 관계를 이해하는 한 측면으로서 과학을 학습자들이 보다 가깝게 느끼고 긍정적으로 인식하도록 해준다. 과학지식이 일상생활에 유용하게 쓰이고 있는 예시는 질량-에너지 동등성에 관한 B교사의 수업 중에도 등장하였다.

B교사: 이 세상에서 질량 1g이 사라질 때, 이게 얼마의 에너지로 변할까? ... 전구 하나가 대략 45W야. 그러면 이걸로 전구 몇 개나 켤 수 있냐면 대략 10^{12} 개를 켤 수 있지, 1초 동안. 약 2조 개의 전구를 한 번에 켤 수 있어. ... 우라늄과 플루토늄, 개네들은 실제 질량이 사라져, 핵분열을 일으키면. 그래서 그 과정에서 나오게 되는 에너지로 지금 이 교실에 불 다 켜고 있잖아. 그래서 이게 아주 어마어마한 에너지를 사용하고 있다. 여기까지가 질량 에너지 동등성이야. [수업]

방사능 물질이 핵분열 과정을 거치면 매우 큰 에너지가 발생한다는 과학적 사실은 그 에너지를 어떤 목적을 가지고 사용하느냐에 따라 인간의 생활을 편리하게 만들어주기도 하고 때로는 큰 재앙으로 다가오기도 한다. B교사는 질량-에너지 동등성이라는 과학지식이 핵폭탄의 원리가 되었다는 점도 지적하면서 과학지식 활용의 밝은 면과 어두운 면을 함께 제시하였다. 하지만 그에게 더욱 중요했던 것은 과학지식이 사회적으로 어떻게 활용되든지 간에 과학자들의 학문적 독립성은 보장되어야 한다는 생각이었다.

B교사: 과학적 이론, 과학적 원리라는 거 자체가 이런 사회문제를 직접적으로 야기한다
기보다는 그걸 쓰는 사람, 사회적인 문제가 연관되어 있지, 과학자들의 이론은
죄가 없다. 그 자체만으로는 어쨌든 중립적이어야 한다. 아인슈타인을 되게 변
호하게 되는 것 같아요. 일반 대중들한테는 핵폭탄 하면 아인슈타인이니까. [면담]

과학자의 사회적 책임을 둘러싼 담론에 대해서 B교사는 스스로 느끼기에도 명확하지 않은 입장을 취하고 있었다. 과학을 가르치는 교사에게도 과학기술과 인간사회의 관계는 여전히 고민되는 주제이며 확실한 답을 내리기 힘든 문제이다. 새로운 과학지식이 발견되었을 때, 그것이 어떤 이로움과 해악을 가져올지 예상하는 데에는 한계가 있을 수밖에 없기 때문이다. 과학지식은 대부분 과학 공동체 내에서 생겨나지만 과학지식을 응용하고 사용하는 과정에는 과학자 외의 많은 사람들이 관여하게 된다. 지식 이전의 과학은 과학자들이 주도하지만 지식 이후의 과학은 누구에게나 공유된다. 과학자들의 순수한 학문적 호기심이 반드시 더 나은 세상으로의 변화로 이어진다는 보장은 없다. 과학자가 가져야 할 사회적 책임감은 어느 정도가 적당할까?

A1학생: 가끔은 그냥 아무것도 안 하는 게 훨씬 낫지 않을까 이런 생각도 드는데, 뭔가
하면 어떻게든 나쁘게 쓰일 것 같아서. 아무리 좋은 쪽으로만 되는 그런 게 없

으니까. 그건 계속 고민 중이에요. 근데 보통 바람직한 거는 일단 개발하고, 최대한 그걸 잘 제어를 하자 이런 게 제일 바람직한 거긴 한데, 어떻게든 개발은 하게 되지 않을까... 어차피 누군가는 아마 발견할 거예요. 좀 늦춰지는 것뿐이지 어차피 일어날 일이긴 해서... 사실 인간욕망 얘기가 나와서 그런데, 기술을 개발할 수 있는데 안 하는 것도 참기 힘든(것 같아요). 기술 개발하는 것 자체가 할 수 있는 거니까 어떻게든 하겠죠, 아마. [면담]

A1학생은 면담에서 과학자의 연구 자율성을 보장하고 이후 과학지식이 적용되는 과정에서 규제가 필요하다는 생각을 피력하였다. 그는 과학자들의 연구에 대한 본능적 욕구가 과학지식을 유용하게 적용하는 것만큼이나 중요하게 고려되어야 한다고 생각하였다. 과학이 지금과 같이 발전하게 된 기저에는 과학자들의 호기심과 과제집착력, 이론의 통일성을 향한 미학적 관심 등이 있었다. 사회적 책임감과 학문적 욕구가 충돌할 때, 과학자들은 어떤 선택을 해야 할까? 그런 선택에 대한 고민은 과학자들만의 것인가? 과학자들이 고려해야 할 사회문화적 가치들은 무엇인가? 이런 고민들은 과학이 사회의 여러 분야들과 맺고 있는 긴밀하고도 복잡한 관계에 바탕을 두고 있다.

A2학생: 과학자로서 그런 영향을 생각해봐야 될 것 같아요. 제가 생물의 수명하고 에너지에 관심이 많거든요. 그 두 가지의 토픽에 대해서. 근데 만일 가능성이 희박하지만 열에너지를 전기에너지로 쉽게 바꿀 수 있는 그런 기술이 개발되면 되게 혼란스러울 거 아녜요, 대부분의 석유라든지 이런 게 필요가 없어지고 그러다보면 세계 시장에 혼란도 올 거고. ... (과학기술을) 도입하는 과정에서 (생겨날) 문제 같은 걸 (과학자도) 많이 고려해봐야 될 것 같아요.

과학적 소양인에 대한 정의는 다양하지만, 최근의 과학적 소양에 대한 논의는 민주시민으로서 사회적 의사결정에 적극적으로 참여하는 실천적 측면을 강조하고 있다. 원전의 존폐나 화학물질의 규제에 관한 논의에서 볼 수 있듯

이 과학기술과 관련된 정책을 결정하는 데에 사회적 합의 과정이 더욱 중요해졌다. 과학기술은 더 이상 과학기술자들만의 문제가 아니다. 과학자들이 얼마만큼의 사회적 책임감을 가져야 할지 고민해야 하는 것과 마찬가지로, 모든 사람이 과학기술과 관련된 사회적 문제들에 자신의 목소리를 낼 수 있어야 한다. 지식 이후의 과학을 활용하는 데 필요한 지혜는 과학기술의 양면성을 이해하고 과학과 사회의 관계에 대해 끊임없이 고찰함으로써 얻어질 수 있다.

■ 과학과 나의 관계에 대한 인식

과학과 사회의 관계에 대한 이해가 우리 사회의 더 나은 미래를 위해서 필요하다면, 나 자신의 풍요로운 삶을 위해서는 과학과 ‘나’의 관계에 대한 인식이 선행되어야 한다. 인공지능 기술과 빅데이터 기반 맞춤형 기술이 상용화되면서 과학기술은 사람에게 직접 말을 건네고 같이 생각하며 대신 결정을 내려주기에 이르렀다. 이런 시점에서 과학과 나의 관계 맺음에 대해 생각해보는 것은 과학기술이 제공하는 편리함에 안주하지 않고 보다 주체적으로 과학기술을 향유하며 살아갈 미래의 시민들에게 필요한 성찰적 지혜가 된다. 본 연구의 면담에 참여한 C교사의 다음 발언은 과학자들의 의견을 비판 없이 수용하기보다 스스로 판단하여 결정하는 지혜가 필요하다는 생각을 보여준다.

연구자: 과학기술 시대를 살아갈 민주시민에게 요구되는 지혜는 무엇이라고 생각하나요?

C교사: 우리가 알고 있는 과학 지식이 불변의 진리가 아니라는 것. 살을 더 붙여 발전할 수도, 근본부터 흔들려 폐기될 수도 있다는 것. 과학이라는 것이 진리가 아니므로 사람에 따라 다른 주장을 할 수 있다는 것. 어떤 이슈에 대한 한 과학자의 분석이 꼭 진실이 아니므로 여러 과학자의 이야기를 듣고 이를 판단하고 의사를 결정해야 한다는 것. [서면 응답]

C교사는 과학에 대한 맹신과 과학자들의 생각에 대한 무비판적인 수용을 경계하면서 모든 사람이 스스로 판단하고 의사결정을 할 수 있어야 하며, 이것이 과학기술 시대에 필요한 지혜라고 생각하였다. 혹자는 과학기술 관련 사회적 이슈들에 대한 의사결정은 전문가들과 책임자들에게 맡겨두는 것이 바람직하다고 생각할 수도 있다. 하지만 개인의 판단이 정책 결정에 큰 영향을 미치지 못하더라도, 또는 해당 이슈가 대다수의 개인과는 별 관련 없는 문제라고 할지라도 스스로 다양한 정보와 의견을 참고하여 자신만의 생각을 만들어가는 과정은 그 자체로서 의미가 있다. 나아가 과학을 수동적으로 받아들이는 사람과 주체적으로 과학을 활용하는 사람의 차이를 만들어낼 수 있다.

과학이 개인과 만나는 지점은 큰 사회적 이슈들보다는 생활 속 작은 경험들에서 발견된다. C교사는 물리 과목이 학생들의 전공과 직접적인 관련이 없다는 것을 인정하면서도 과학기술 관련 사회적 이슈들이나 실생활에 유용한 과학기술 응용 사례들을 수업 시간에 자주 언급한다고 하였다. 이것은 학생들 개개인의 안전과 진로, 그리고 미래사회에 대한 준비라는 측면에서 과학이 ‘나’와 관계 맺고 있음을 일깨우기 위해서다.

C교사: 우리학교에서 물리가 있는 이유도 OO과애들을 위해서가 아니에요. (생략) 그럼에도 불구하고 의미가 있어서, 그런 의미를 가지고 내가 수업을 해주는 거죠.
[면담]

C교사: 북핵 문제, 알파고, 포항지진 등 관련된 큰 이슈가 있는 경우 수업 시간에 꼭 이야기하는 편이고 또 평소에도 성교육이나 및 의학적 상식 등에 대한 이야기를 수업 시간에 하기도 함. 과학의 내용적 지식을 아는 것이 주변에서 일어나는 현상을 논리적으로 설명하기에 편리하고, 또한 본인의 안전, 진로, 미래사회에 대한 준비 등에도 유용하다는 이야기를 자주 언급한다. [서면 응답]

본 연구의 면담에 참여한 교사들은 모두 과학이 학생들의 삶과 동떨어진

과목이 아니라는 것을 알려주고 싶어 하였다. 교사들의 생각대로 과학은 진로나 안전, 생활에서 편리함을 주는 기술 등 여러 측면에서 모두의 개인적 삶과 관계를 맺고 있다. 하지만 ‘과학이 나에게 얼마나 도움이 되는가’라는 실용성의 척도로 표현될 수 있는 이런 인식은 여전히 개인을 과학기술의 혜택을 누리는 수용자의 역할로 규정하거나, 또는 더 나은 삶을 위해 과학을 따라잡아야 하는 예측의 수준에 머물게 한다. 말하자면 과학이 나의 진로에, 나의 생활의 편리함에, 나의 안전에 얼마나 도움이 되고 있는지에 대해 이야기하는 것은 과학이 학생들 개인의 실제적 삶에 적잖은 기여를 하고 있음을 강조한다. 그런 반면, 과학과 개인이 만나는 그 외의 지점들에 대한 관심과 탐색의 가능성을 의도치 않게 지워낸다. 예를 들면 과학을 공부하면서 느끼는 즐거움이나 만족감, 또는 좌절감과 무기력함 같은 감정들은 개인과 과학의 관계를 설명하는 비(非)실용적 측면이 될 수 있다.

연구자: 과학을 배우거나 이해했을 때 감정적으로 되게 좋았던 경험이 있어요?

A2학생: 교류 배울 때 있잖아요, RLC회로 할 때 위상자 그리는 거. ... 그걸 뭘 잘못 생각했는지를 깨닫고, ‘아 이렇게 하면 안되고 이렇게 해야 되는구나’라는 걸 알았을 때 좀 되게 기분이 좋았어요.

A1학생: 열통계 식 유도하는 과정이요. 그 식 자체는 되게 자주 보던 건데 아무도 그걸 제대로, 어떻게 나오는지 얘기해준 적이 없으니까. 그러다가 한 번 유도하는 거 짚 보고 좀 (좋았어요). 근데 사실 이런 거(수학적 식으로 이해하는 것)보다는, 개념적으로 이해하는 게 조금 더 와닿긴 해요. 현상적으로 이해하는 거.

연구자: 그렇게 뭔가를 깨달았을 때, 기분이 좋은 이유 같은 게 있어요?

A1학생: 답답한 게 좀 풀리는 느낌? [면담]

면담에 참여한 A1학생과 A2학생은 과학을 공부하면서 감정적으로 해소되는 느낌, 기분 좋은 느낌 등 긍정적 감정을 경험한다고 말했다. 두 학생은 모두 어렸을 때부터 과학에 대한 흥미가 높은 편이었다. 하지만 오히려 과학

고에 입학하고 나서는 예전만큼 과학이 즐겁지만은 않다. 과제, 시험 준비, 자유 탐구 등 해야 할 일이 너무 많아서 과학의 즐거움을 느낄 여유가 줄었기 때문이다. 그것이 과학인줄도 모르고 과학을 좋아했던 어렸을 때와 달리 지금은 과학을 “산 넘어 산”처럼 느끼고 있었다.

A2학생: 저는 어렸을 때 호기심이 좀 많았거든요. 그래서 막 맨날 부모님한테 이걸 왜 그러냐고 저건 왜 그러냐고 물어봤었는데, 유치원 들어가기 전부터. 그래서 부모님이 그냥 책을 사주셨었는데, 그게 과학책이었거든요. 그걸 읽으면서 궁금했던 것들이 대부분 풀리더라고요. 그래서 되게 신기하고 재미있었거든요. 그때는 그게 과학이라는 걸 몰랐어요.

연구자: 그럼 그때 흥미가 지금까지 비슷하게 유지되고 있어요, 아니면 더 강해졌어요? 아니면 요샌 좀 지쳐요?

A2학생: 조금 지쳐요. 뭐랄까 생각보다 그렇게까지 예전만큼 그렇게 흥미를 느끼지 못하는 게 음... 뭐랄까 너무 바쁜 현실에서 살다 보니까 호기심 같은 걸 여유가 안 생겨서... 너무 빠세요. 과제 같은 거라든지 그런 것도 너무 (힘들어요). 시간 분배를 잘 하는 애들은 금방 끝내는데 뒤처지는 애들은 진짜 힘들어하거든요. 어떻게든 그래가지고 결국에는 밤을 새서라도 해결을 하게 되는데 그러면 산 넘어 산이 돼서... [면담]

면담에 참여한 과학고 학생들이 너무 많은 공부량에 힘들어하는 반면, 면담에 참여한 일반고 학생들 대부분은 물리가 너무 어렵다는 고충을 호소하였다. 다른 학생들보다 성적이 월등하게 좋은 한 학생을 제외하고는 대부분이 물리를 이해하기 어려운 과목으로 인식하였다. 이과를 선택한 학생들에게 물리는 자신의 진로를 위해 매우 중요한 과목으로 여겨졌지만, 그 외 일상적 삶의 관련성은 크지 않은 것으로 여겨졌다. 물리학이 삶과 관련이 깊다고 응답한 학생도 가까운 주변에서 물리적 현상들을 발견할 수 있다는 등의 피상적 수준에서의 관련성만을 언급하였다.

B2학생: 근데 물리를 얻다 써먹지?

B3학생: 똑똑한 척할 때, 대학 갈 때.

B2학생: 너 공대 갈 거면 물리밖에 안 할 걸?

B5학생: 수학, 과학 진짜 쓸 데가리가 없는데 [면담]

B3학생: 물리라는 학문 자체가 일상생활에서 거의 쓰이지 않을 것 같아요. 그 쪽 전문 직업 안 가지면...

B4학생: (물리를) 전문적으로 이렇게 배우는 거는...아닌 것 같아요. 하다보면은 재밌을 것 같긴 한데, 재밌으려면 이해를 해야 돼요. 근데 이해가 안돼서... 저는 못 하겠어요. 이해하려고 자습서를 샀는데, 안되는 거예요.

B6학생: 해시게 할 때만 해도, 갑자기 한 번 딱 조니까... “알지?” 이러시는 거예요. ‘어, 난 모르는데...’ [면담]

면담에 참여한 특성화고 학생들도 물리를 어려워하는 것은 마찬가지였다. 자신의 삶과의 관련성을 묻는 질문에 대해 일상적 삶에서 뿐 아니라 진로 측면에서도 물리가 별 도움이 되지 않는다고 생각한다는 점이 작은 차이였다. 이런 생각은 C교사와 학생들 모두가 공감하는 바였다. 다만 그렇기 때문에 면담에 참여한 특성화고 학생들은 물리 과목에 대한 스트레스나 좌절감도 크지 않았다. 면담에 참여한 대부분의 일반고 학생들에게 물리가 ‘이해가 안 되지만 필요하니까 따라잡아야 하는’ 과목이라면 면담에 참여한 특성화고 학생들에게는 필요성과 관련성 모두 느끼기 힘든 과목이었다.

조금씩 차이는 있었지만 면담에 참여한 세 학교의 학생들은 모두 과학이 자신에게 어떤 의미를 갖는지, ‘나’라는 개인과 어떻게 관계 맺고 있는지를 생각해 볼 여유는 많지 않아 보였다. 궁금증을 해결해주고 호기심을 충족시켜 주던 과학이 진학을 거듭하면서 점차 따라잡아야 하는 과목이 되었다. 과학을 계속해서 공부할 자격을 갖추었는지의 여부를 반복되는 시험으로 검증받으

면서 어떤 학생들은 과학고 진학에 실패하고, 많은 수가 이과를 포기하고, 또 누군가는 일찍이 ‘나와 무관한 과목’으로부터 관심을 거둔다.

과학과 ‘나’의 관계를 규정할 수 있는 주체는 나 자신이다. 누구나 과거를 더듬어 잘 생각해보면 과학과 만나 특별한 경험을 했던 기억을 찾아낼 수 있을 것이다. 누군가는 작은 매미를 처음 손으로 잡았던 순간의 긴장과 미묘한 느낌을 떠올릴 수도 있고 또 누군가는 처음 과학 만화책을 읽으면서 몰입했던 경험을 생각해낼 수 있다. 과학과 나의 관계에 대해 생각은 필연적으로 ‘나에게 과학이 갖는 의미가 무엇인가’에 대한 생각으로 이어진다. 과학은 나에게 무엇인가? 나의 정서적 측면, 윤리적 가치관은 과학과 어떻게 만나는가? 과학의 본성을 아는 것이 나에게 어떤 의미인가? 그래서 나는 앞으로 과학과 어떤 관계를 맺고 싶은가? 이런 질문들은 과학과의 관계에 있어 자신의 주체성(subjectivity)을 강조하고 과학기술 시대의 민주시민으로서 개인의 역할에 대해 생각해보는 시작점이 될 수 있다.

4.4. 요약 및 결론

연구2에서는 지혜의 의미를 규정하고 그에 따라 학교 과학수업에서 어떤 지혜가 가르쳐지는지를 구체적으로 탐색하였다. 연구 결과로 제시한 지혜를 간략히 정리하면 [표 4-6]과 같다.

[표 4-6] 연구2의 결과 - 과학수업에서 가르쳐지는 지혜

범주	요소
1. 과학적 탐구에 필요한 태도	합리적 의심과 개방적 태도 최선의 대안을 찾는 노력
2. 문제 해결에 유용한 방법	조건을 변화시켜보는 사고방식 과학의 언어를 사용하는 소통방식
3. 과학과 인간의 관계에 대한 고찰	과학과 사회의 관계에 대한 이해 과학과 나의 관계에 대한 인식

연구2에서 도출한 지혜는 인간의 상태나 속성으로서의 지혜가 아니라 그것이 인간 활동으로 발현된 것으로서의 지혜에 해당한다. 다시 말해, 수업 중에 언급된 과학적 실천의 사례들을 통해 지혜로운 태도나 방법, 사고방식을 도출한 것이다. 따라서 이러한 지혜를 강조하고 배운다고 해서 학습자의 지혜가 발달할 것이라고 기대하기는 어려울 수 있다. 하지만 앞서 살펴본 것처럼, 외적으로 발현되는 지혜로운 행동은 주변에 긍정적인 영향을 미치고 본받고 싶다는 감응을 일으키게 한다. 과학지식이 형성되거나 적용되는 과정들 속에서 학생들이 본받을 만한 지혜로운 모습들을 발견하고 제안하는 것은 그 자체로 학생들에게 ‘지혜란 무엇인가’라는 질문을 갖게 할 수 있다. 지혜, 그리고 지혜로운 사람에 대한 인식이 다양한 이유는 시대나 문화, 더 작게는 개인이 가지고 있는 가치관이 다르기 때문이다. 지혜를 인식하는 데에는 가치관이 반영된다. 누군가에게는 지혜롭게 여겨지는 선택이 다른 누군가에게는 최악의 판단으로 여겨질 수도 있다. 본 연구에서 과학수업을 통해 도출해 낸 지혜는 연구자의 해석을 바탕으로 여러 차례 분석 절차를 거친 것이기는 하나 모두가 동의할 만한 것이라고 단언하기는 어렵다. 혹자는 본 연구의 결과들이

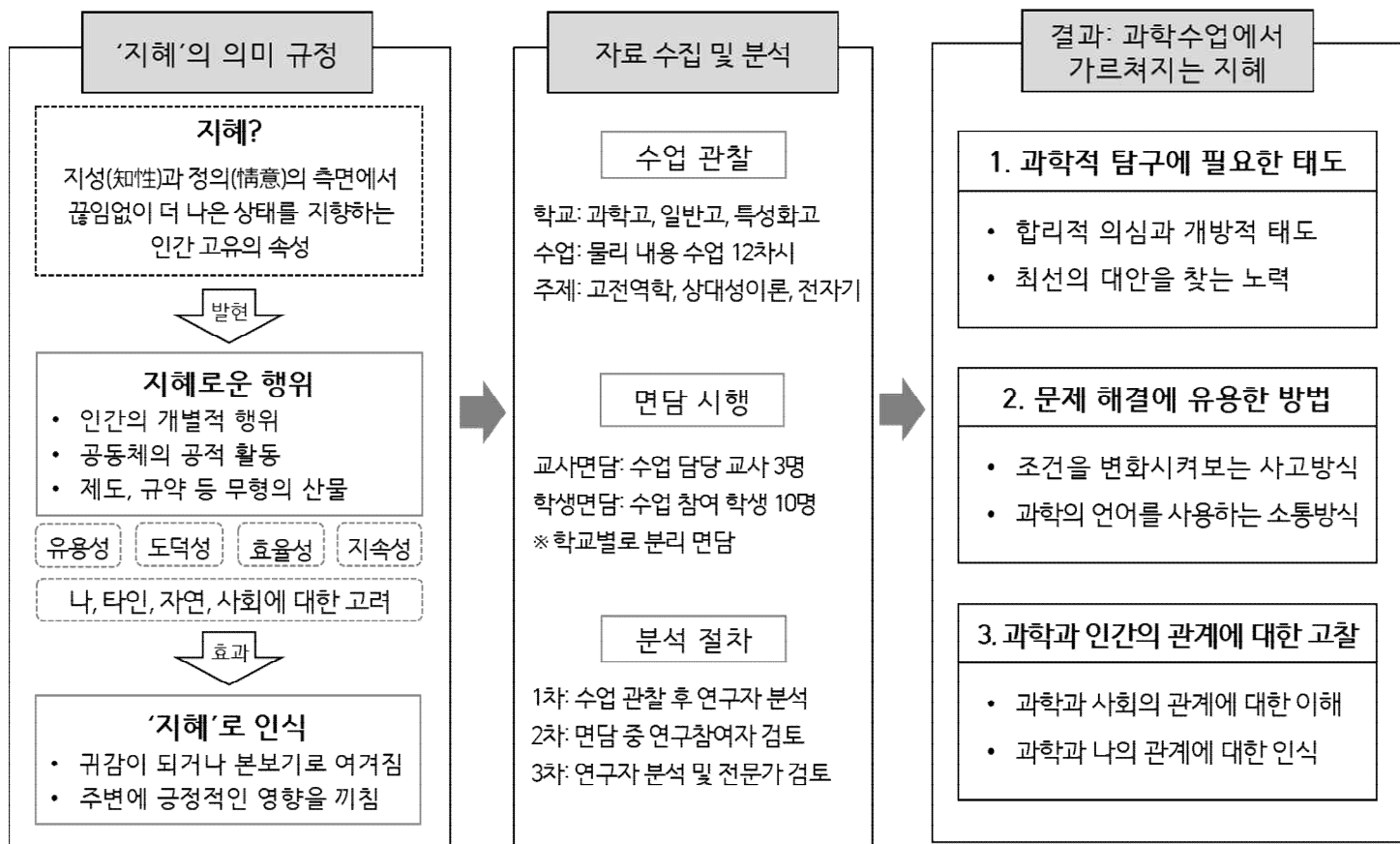
지혜보다는 과학 공동체 내의 규범이나 절차적 지식에 더 가깝다고 볼 수도 있다. 그러나 본 연구는 과학적 실천에서 나타나는 공통성을 찾아내거나 과학 공동체가 공유하는 특징을 드러내고자 한 것이 아니라, 과학이라는 인간 활동 속에서 학습자에게 긍정적 영향을 줄 수 있는 지혜를 발견하는 것을 목적으로 하였다. 이런 점에서 규범이나 절차적 지식과는 구분된다고 볼 수 있겠다.

한편, 연구2의 결과는 ‘지식화 이전의 과학에서 발견할 수 있는 지혜’와 ‘지식화 이후의 과학에서 요구되는 지혜’로 재범주화 될 수 있다. 과학적 탐구에 필요한 태도’와 ‘문제 해결에 유용한 방법’으로서의 지혜는 과학지식이 형성되는 과정에서 발견할 있는 지혜로 볼 수 있으며, ‘과학과 인간의 관계에 대한 고찰’로서의 지혜는 과학지식이 적용되는 과정에서 필요한 지혜로 볼 수 있기 때문이다. 따라서 과학수업에서 과학지식의 형성과정과 적용과정에 대한 이해를 높이고 관련된 과학적 사안에 대해 가치 판단적 토의를 진행하는 수업 방식이 이루어진다면 지식보다 지혜를 탐구하는 과학수업이 가능할 것으로 생각된다.

관점을 달리 해서 보면, 연구2의 결과는 ‘과학의 지혜(wisdom of science)’와 ‘과학에 대한 지혜(wisdom on science)’로도 구분될 수 있다. ‘과학적 탐구에 필요한 태도’와 ‘문제 해결에 유용한 방법’으로서의 지혜는 과학 공동체 안에서 발현된 과학의 지혜이며, ‘과학과 인간의 관계에 대한 고찰’로서의 지혜는 과학 기반 시대를 살아가는 우리 모두에게 요구되는 지혜이기 때문이다. 본 연구를 기초로 향후 과학교육에서 ‘과학의 지혜’와 ‘과학에 대한 지혜’의 논의가 확장될 수 있기를 기대해 볼 수 있겠다.

연구2를 통해, 과학 내용지식 수업에서 과학의 지혜로운 면면들이 가르쳐지고 있음을 알 수 있었다. 그러나 수업을 들었던 학생들이 본 연구에서 도출한 지혜를 명시적으로 알게 되었는지를 확인하지는 못했다. 일부 학생들과는 면담을 통해 본 연구에서 도출한 지혜에 대해 의견을 나눌 수 있었다. 그러나

면담에 참여하지 않은 학생들이 본 연구에서 도출한 지혜를 배웠을 거라고 보기는 어렵다. 다시 말해, 본 연구에서 제안한 지혜는 과학수업에서 ‘가르치진’ 지혜이긴 하나, 학생들이 ‘배운’ 지혜라고 볼 수는 없다. 이에 대해, 면담에 참여한 교사들은 보다 명시적으로 지혜의 의미를 공유하고 적극적으로 수업에서 가르치려는 시도가 필요하다는 의견을 제시하기도 하였다. 따라서 이어지는 연구에서는 학습자들이 과학을 통해 어떤 지혜를 깨닫고 배우는지에 초점을 맞춰 수업을 분석할 필요가 있다. 또한 과학으로부터 배울 수 있는 지혜에 대해 명시적으로 가르치는 수업이 어떤 효과를 보이는지 알아보는 연구도 가능할 것이다. 끝으로 연구2의 전체 요약을 [그림 4-3]에 나타내었다.



[그림 4-3] 연구2의 요약

5. 결론 및 제언

5.1. 요약

본 연구는 과학교육에서 지혜의 담론이 시작될 필요가 있다는 인식으로부터 출발하여, 지혜라는 개념에 대한 과학교육적 접근을 시도하였다. 구체적으로, 과학교육 현장에서의 지혜가 어떻게 인식되고 있는지, 그리고 과학수업에서는 어떤 지혜가 가르쳐지고 있는지를 각각 탐색해보고자 하였다. 이를 위해, 선행연구 분석에서는 지혜 연구가 비교적 많이 이루어져 있는 철학과 심리학 분야에서의 선행연구들을 살펴보고, 이를 다시 교육의 관점에서 분석해 보았다. 이를 통해 지혜의 핵심적 가치와 쟁점들을 도출하였고, 이를 연구1에서의 설문지 제작과 연구2에서의 지혜 의미 규정에 활용하였다. 이론적 논의에서는 지혜의 관점에서 과학교육의 몇 가지 주제들에 대해 진단하고 지혜가 이에 줄 수 있는 시사점들을 제안하였다. 본격적으로, 연구1에서는 과학교사들의 지혜에 대한 개념적 인식 및 학교 교육과 지혜의 관계에 대한 인식을 설문조사를 통해 알아보았다. 연구2에서는 과학수업에서 가르쳐지는 내용들 속에서 어떤 지혜를 발견할 수 있는지 탐색하였다.

선행연구 분석에서는 본 연구의 핵심 개념인 ‘지혜’에 대해 학문적으로 접근한 경험적·이론적 선행연구들을 개괄하고 지혜의 핵심적 가치와 주요 쟁점을 파악하였다. 먼저, 철학적 관점에서의 지혜는 인지적 측면과 실천적 측면이 고루 강조되는 개념이었으며, 윤리성과 함께 개인과 사회의 더 나은 상태를 추구하는 지향성이 발견되었다. 심리학적 관점에서 보는 지혜는 인간의 정신발달적 상태로 이해되면서 그에 대한 많은 경험적 연구가 수행되어 왔다. 특히 인간 내적인 여러 측면들 간의 균형잡힌 통합의 상태로 지혜를 설명하려

는 연구들이 많았으며, 경험과 성찰이 지혜의 주요 발달 요인으로 제시되고 있었다. 마지막으로 교육적 관점에서는 청소년기의 지혜 발달을 다른 연구들과 함께, 지혜의 유형을 구분하는 몇 가지 방식에 대해서 교육가능성에 초점을 맞춰 살펴보았다.

이론적 논의에서는 과학지식 교육, 핵심역량 교육, 과학소양 교육이라는 세 개의 과학교육 주제에 관한 쟁점들을 파악하고 이에 대해 지혜가 줄 수 있는 시사점을 도출하였다. 먼저 과학지식 교육에 대해서는, 과학지식을 둘러싼 가치 판단적 사고와 과학지식에 대한 지식을 함께 배울 수 있는 방향으로 나아가야 함을 제안하였다. 다음으로 핵심역량 교육에 대해서는, ‘함양’보다 ‘발현’에 초점을 맞춰 핵심역량의 실천과 그 결과에 대한 성찰을 강조할 것을 제안하였다. 마지막으로 과학소양 교육에 대해서는 실천가능성을 고려하여 의미의 범주를 줄이고, 학습자에게 요구하는 것보다 제공하는 것으로서 그 역할이 변모해야 함을 제안하였다.

연구1에서는 현장 과학교사들이 지혜에 대해, 그리고 지혜와 과학교과의 관계에 대해 어떻게 생각하고 있는지를 알아보았다. 연구 결과, 첫째, 세 응답자 집단 모두 지혜의 요소로서 ‘중요한 문제를 알아보는 감각’, ‘풍부하고 다양한 경험’, 그리고 ‘앎에 대한 의심’을 가장 중요하게 생각하고 있었다. 또한 현직 과학교사 집단이 예비 과학교사 집단에 비해 타인과 사회, 그리고 자연에 대한 관심을 지혜의 요소로 중요하게 생각하고 있었다([표 3-11] 참고). 둘째, 응답자들은 주변의 지혜로운 사람들에 대해 설명하면서 사고방식, 행동, 조언, 역량 등의 다양한 측면들을 근거로 들었으며, 이런 측면들은 응답자의 경험 속에서 해당 인물의 구체적인 행위에 대한 묘사에서 드러났다. 셋째, 학교교육을 통해 지혜가 길러질 수 있다고 본 대부분의 응답자들은 교과 지식 교육 외에 공동체 생활의 측면이 지혜의 함양에 크게 기여한다고 보았다. 반면, 입시 중심의 학교 환경 및 지혜의 불명확한 의미를 이유로 들면서, 학교

교육과 지혜 발달의 관계를 부정적으로 보는 응답들도 있었다. 넷째, 과학교과와 지혜의 연결점들을 도출할 수 있었다([표 3-14] 참고).

연구2에서는, 선행연구 분석과 연구1의 결과에 기초하여 실제 과학수업에서 어떤 지혜가 가르쳐지고 있는지를 탐색해 보았다. 이를 위해, 먼저 지혜의 의미를 규정하고([그림 4-2] 참고), 자료를 분석하여 3가지 범주에 해당하는 6개의 ‘과학수업에서 가르쳐지는 지혜’를 도출할 수 있었다([표 4-6] 참고). 각각에 대해 수업과 면담에서 나온 발언을 중심으로 질적으로 논의하고 시사점을 제안하였다.

5.2. 결론 및 시사점

본 연구의 목적은 지혜를 위한 과학교육의 가능성을 탐색하는 것이었다. 연구의 결과들을 종합하여 결론 및 시사점을 다음과 같이 제안하고자 한다.

첫째, 학습자의 지혜를 길러줄 수 있는 과학교육이 되기 위해서는 기존의 과학수업에 대한 검토와 변화가 먼저 요구된다. 과학교사들은 학교교육을 통한 지혜의 함양 가능성에 대해 대부분 긍정적으로 생각하고 있었지만, 구체적으로 학교교육의 어떤 측면이 지혜와 연관되는지에 대해서는 의견이 분분하였다. 특히 교과수업 외에 공동체적 활동과 상호작용의 경험이 지혜의 발달에 도움이 될 거라고 보는 의견이 많았으나, 왜 그것이 지혜의 발달에 도움이 되는지에 대해서는 분명하게 언급하지 못하는 경우가 많았다. 학교교육을 통한 지혜의 함양 가능성에 대해 부정적으로 보는 응답들 중에도 ‘이대로는 안된다.’라는 식의 막연한 문제의식이 반영된 것이 다수였다. 따라서 실험탐구 수업이나 과학 내용 수업이 학습자의 지혜 발달과 어떤 관계가 있는지 파악할 필요가 있으며, 학습자의 지혜를 도모하는 방향으로 수업 방식이 변화

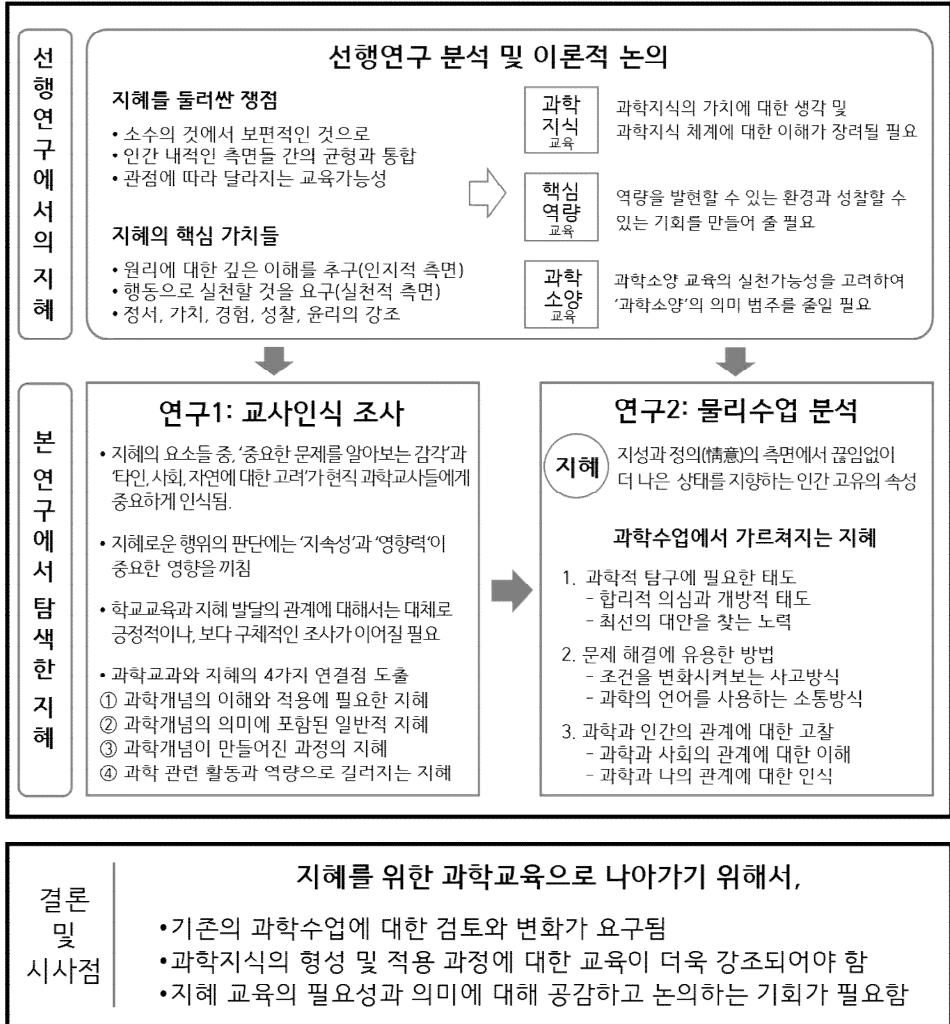
할 필요가 있겠다.

둘째, 과학으로부터 지혜를 배울 수 있는 수업이 되기 위해서는 과학지식의 형성과정과 적용과정에 대한 교수학습이 지금보다 더욱 강조되어야 한다. 이는 지식화 이전의 과학과 이후의 과학에 대한 관심이 커져야 함을 의미하며, 이로써 과학 내용 수업이 과학의 다양한 측면들을 강조하는 방향으로 나아가야 할 것을 시사한다. 기실 과학의 ‘과정’과 ‘적용’에 대한 관심은 과학사 및 과학철학, 과학사회학에서 꾸준히 강조되어 왔으며, 과학의 본성 역시 과학의 과정에 주목함으로써 포착할 수 있는 과학의 특징이라고 볼 수 있다. 그러나 본 연구는 지식화 전과 후를 살펴봄으로써 과학에 대한 메타적 지식을 얻는 것이 아닌, 학습자의 삶에 영향을 줄 수 있는 지혜를 발견하는 것을 목적으로 한다는 점에서 기존의 논의들과는 차이가 있다.

셋째, 지혜 교육의 필요성과 지혜의 의미에 대해 과학교육 내에서 공감하고 논의하는 장이 필요하다. 교사 인식조사와 수업관찰 및 면담 연구를 수행하는 과정에서 교사들이 지혜라는 개념에 대해 근본적인 질문을 던지는 경우가 적지 않았다. 지혜가 무엇인지 모르겠다는 의견부터, 자신만의 독특한 지혜 개념을 강하게 피력하는 경우, 그리고 왜 학교에서 지혜를 길러줘야 하는지 모르겠다는 비판적 인식도 접할 수 있었다. 따라서 지혜가 실천적 과학교육의 담론으로 성장하기 위해서는 그 의미와 필요성에 대해 의견을 나누고 공감할 수 있는 기회가 필요하겠다.

본 연구 전체의 요약과 구성을 [그림 5-1]에 나타내었다.

지해를 위한 과학교육의 가능성 탐색
-지해는 무엇이고, 과학교육에 어떻게 적용될 수 있는가?



[그림 5-1] 연구 전체의 요약 및 구성

5.3. 후속 연구 과제

본 연구의 한계를 보완하고 향후 지혜에 대한 과학교육적 담론의 확장을 위하여 후속 연구를 제안하고자 한다.

첫째, 과학 실험탐구 수업에서 실천적으로 공유될 수 있는 지혜에 대한 탐색도 좋은 연구 주제가 될 수 있다. 본 연구2에서는 과학 내용지식 수업의 다양성을 꾀하기 위하여 내용지식 수업을 중점적으로 관찰하였지만, 활동 중심의 실험탐구 수업에서는 보다 실천적인 지혜의 모습을 관찰할 수 있을 것으로 생각된다. 실제로 갑작스런 일정의 변화로 한 차례의 실험수업을 관찰할 기회가 있었는데, 그 과정에서 학생들이 협력적 수행과 비판적 검토의 역할을 동시에 수행하고 있음을 발견할 수 있었다. 즉, 서로 역할을 분담하여 효율적으로 실험을 수행하면서도 결과를 해석할 때는 비판적인 시각에서 각자의 해석에 대해 논의하는 모습이 포착되기도 하였다. 실험탐구 수업은 학생들 간의 상호작용과 수행을 장려함으로써 과학적 실천과 태도에 관한 지혜를 함양하는 데 효과적일 수 있다. 따라서 향후 실험탐구 수업을 지혜의 관점에서 분석하는 연구가 이어질 필요가 있다.

둘째, 지혜에 대한 과학자들의 인식과 학생들의 인식이 추가로 조사된다면, 과학교육의 목표로서 더욱 설득력 있는 지혜의 정의가 도출될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 과학교육 현장에서 인식되는 지혜를 탐색하기 위해 과학교사들을 대상으로 인식조사를 실시하였다. 그러나 지혜의 의미가 과학 특이적 성격을 강조하면서도 학습자들에게 유용한 개념으로 정립되기 위해서는 과학자들을 비롯하여 과학 학습자들의 인식도 반영될 수 있어야 하겠다.

셋째, 과학사회학 분야나 HPS 분야의 문헌 연구를 통해 ‘과학의 지혜’를 탐색해볼 수도 있다. 본 연구에서는 과학수업에서 가르쳐지고 있는 지혜를 탐색하는 것에 중점을 두었다. 그러나 과학지식의 형성과 적용 과정에 대해서

는 STS를 비롯한 과학사회학이나 HPS 분야에서 훨씬 더 풍부하게 논의되고 있다. 따라서 과학수업에서의 실천가능성을 고려하면서 관련 문헌을 분석한다면 연구2의 결과에서 제안한 ‘과학의 지혜’에 해당하는 것들이 구체적으로 제안될 수 있을 것으로 보인다. 예컨대 연구1에서 간략하게 언급되었던 ‘훈련된 판단(Daston & Galison(2007))’은 과학자들이 객관성을 추구하는 과정에서 얻어진 전문적 판단력을 의미하는 것으로, 과학에서 찾아볼 수 있는 지혜로 볼 수 있다(이준기, 2017, 9, 1, 개인서신). 과학자들의 훈련된 판단은 현상의 이면에 있는 원리를 알아내기 위한 목적으로 실험과 탐구라는 수많은 경험을 통해 얻어졌기 때문이다. 이것은 과학자들의 개별적 행위이자, 과학 공동체에서 공유된 덕성으로서 지혜로운 활동에 해당한다. 그 결과 다른 과학자들에게 본보기가 될 수 있으며, 과학 외의 분야에 종사하는 전문가들에게도 경험의 중요성을 일깨워줄 수 있다. 이처럼 과학사·과학철학 분야에서 논의된 과학적 덕성, 규범, 가치 등을 해체하여 지혜의 관점에서 재해석하는 연구도 가능하겠다.

마지막으로, 지혜를 과학 교수학습에 적용하고자 한다면 평가에 대한 필요성과 방법에 대해서도 논의될 필요가 있다. 학습자의 지혜, 즉 학생이 얼마나 지혜로운지를 평가하는 것은 그 가능성이나 당위성의 측면에서 어려운 일일 수 있다. 지혜로운 정도를 수치화하는 방법을 고안하는 것도 쉽지 않으며, 그렇게 하는 것이 과연 ‘지혜로운’ 평가 방식인지에 대한 우려도 있을 수 있기 때문이다. 그러나 연구2에서 살펴본 것처럼, 과학으로부터 어떤 지혜를 배울 수 있는지 탐색하고 이에 대해 정성적으로 평가하는 방법 등을 고려해볼 수 있겠다. 예를 들어, ‘역학적 에너지 보존법칙’의 과학사적 맥락과 기술적 활용 예시들을 공부하고, 그 과정에서 찾아볼 수 있는 지혜를 설득력 있게 제안하는 방식에 대해 평가할 수 있다. 평가의 기준이나 어떤 형태의 자료를 평가 대상으로 볼 것인지에 대해서도 다양한 가능성을 살펴보아야 하겠다.

5.4. 제언: 지혜 지향적 과학교육을 향하여

본 연구를 마치는 시점에서, 미래 과학교육의 한 가지 대안으로 ‘지혜 지향적 과학교육(Wisdom-oriented science education)’을 제안하고 그 의미와 방향에 대해 연구자의 의견을 남기고자 한다.

첫째, 지혜 지향적 과학교육이 되기 위해서는 과학지식의 중요성을 간과하거나 축소하지 않아야 한다. 오히려 학습자의 흥미와 적성을 고려하여 살아가는 데 유용하게 활용될 수 있는 과학지식을 제공해야 한다. 연구2에서 관찰한 과학고와 일반고, 그리고 특성화고의 물리수업은 학습자 집단의 특성을 고려하여 서로 다른 내용과 수준으로 과학지식 교수학습이 이루어지고 있었다. 하지만 학습자의 성취도에 따라 대학 수준의 지식을 추가로 포함하거나 정규 교육과정에 있는 내용을 누락시키는 방식으로 난이도 조절이 이루어지고 있었다는 점은 여전히 아쉬웠다. 예컨대 과학에 대한 흥미와 성취가 높은 학생들에게는 보다 원론적이고 심층적인 과학지식을 가르치고, 흥미와 성취가 낮은 학생들에게는 일상생활에 유용한 방식으로 한 차례 가공된 과학지식⁶⁴⁾을 가르치는 것이 하나의 대안이 될 수 있다. 요컨대 지혜를 위한 과학교육은 학습자에게 유용한 내용과 방식으로 과학지식이 가르쳐지는 것을 의미한다.

둘째, 지혜 지향적 과학교육은 과학에 대한 관점이 과학지식 중심에서 벗어나 총체적으로 확장되어야 함을 시사한다. 과학은 일견 지식임에 분명하지만

64) ‘가공된 과학지식’이란 표현은 본 연구에서 한정적으로 쓰는 용어임을 밝혀둔다. ‘가공된 과학지식’은 원론적 의미의 과학지식이 아닌, 일상적인 용어를 사용하여 실제 삶에 유용한 내용으로 바뀌(즉, 가공하여) 표현한 과학지식을 의미한다. 예를 들어, 카페인의 화학식과 분자량, 구조 모형 등이 원론적 의미의 과학지식이라면, 카페인은 주로 커피나 차에 포함되어 있고 몸에 들어왔을 때 각성효과를 나타낸다는 등의 지식이 여기서 말하는 ‘가공된 과학지식’에 해당한다.

지식이라는 말로는 과학이 가진 많은 측면들을 충분히 담아내지 못한다. 그럼에도 과학이 지식 체계로서만 주로 강조되는 이유는 과학이 지식으로서 확립되기까지의 과정과 과학지식이라는 지위를 얻게 된 이후의 과정에 대한 관심이 과학지식 자체를 이해하는 것에 대한 관심보다 덜하기 때문이다. 과학지식은 자연의 원리를 과학의 언어로 간단명료하게 보여줌으로써 자연에 대한 우리의 이해를 증진시켜 준다. 다만 그것이 학습자들의 삶과 관련하여 더욱 깊은 의미를 갖기 위해서는 과학이 자연을 대상으로 하는 학문이라는 것과 함께 인간이 과학의 주체라는 점을 한층 강조할 필요가 있다. 결국, 지혜 지향적 과학교육은 ‘지식으로서의 과학’에 집중된 무게중심을 분산시켜 지식화 이전과 이후의 과학에 대해 실천적인 고민을 시작하는 것으로부터 가능하다. 그리고 이 과정에서 과학의 ‘비(非)과학적’인 측면에 대한 관심과 ‘메타(meta-) 과학적’인 분야의 확장이 지금보다 더 비중 있게 고려되어야 할 것이다.

마지막으로, 지혜 지향적 과학교육은 진정으로 모든 사람을 위한 과학교육이 될 수 있어야 할 것이다. 즉, 지혜 지향적 과학교육은 모두의 삶에 의미 있는 과학교육이 될 것을 촉구한다. 과학교사와 과학 학습자, 나아가 과학교육 연구자들까지도 과학교육이라는 인간 활동에 참여함으로써 내적(內的)으로 성장할 수 있어야 하며, 과학의 실제적 유용성을 체감할 수 있어야 한다. 내적인 성장은 지식의 습득과 이해 같은 인지적 능력의 신장뿐 아니라 개인의 삶에 대한 성찰과 사회에 대한 관심, 그리고 미래에 대한 통찰 등을 모두 포함한다. 또한, 개인의 흥미와 적성, 성취도를 고려하여 학습자에게 실질적으로 필요한 내용을 중심으로 적절한 수준에서 과학수업이 이루어져야 할 것이다.

과학교육의 지향점으로서 지혜에 대한 논의는 이제 막 시작되었을 뿐이다. 본 연구에서 내린 결론과 제언은 인식조사와 수업관찰 연구를 바탕으로 한 작은 주장에 불과하다. 따라서 지혜를 위한 과학교육의 실제적인 효과에 대해

서는 언급하기 어렵다는 한계가 있다. 더불어 과학교육의 지향점으로서 지혜가 적절한지에 관한 필요성도 충분히 공유되었다고 보기는 힘들다. 이러한 한계들까지 향후의 논의거리로 삼아 과학교육에서 지혜의 담론이 이어질 수 있기를 기대해본다.

참 고 문 헌

- 고은정, 정대홍(2014). 과학교과에서의 핵심역량에 대한 세계의 동향에
준거하여 우리나라 현장 교사들의 인식 연구. 한국과학교육학회
지, 34(6), 535-547.
- 곽영순(2012). 학습자의 핵심역량 개발을 위한 과학과 수업방법 개선 방
안. 한국과학교육학회지, 32(5), 855-865.
- 곽영순, 손정우, 김미영, 구자옥(2014). 핵심역량과 융합교육에 초점을 둔
과학과 교육과정 개선방향 연구. 한국과학교육학회지, 34(3),
321-330.
- 교육부(2015). 2015 개정 교육과정. 교육부: 세종.
- 김기수(1997). 아리스토텔레스의 ‘실천적 지혜’와 교육의 실제. 교육철학,
17, 9-27.
- 김도훈, 한경희, 장덕호(2016). 2045 미래사회 인재상 및 핵심 과학역량
마일스톤 연구. 한국과학창의재단 연구보고서.
- 김석우, 최태진, 박상욱(2007). 교육연구방법론. 학지사.
- 김성주, 김상현(2014). 아리스토텔레스의 실천적 지혜에 기반한 도덕교육
방안 연구. 교육혁신연구, 24(1), 33-49.
- 김수동, 문형남(2010). 지혜 개념과 그 계발. 교육철학, 42, 1-26.
- 김은주, 이진숙, 이훤, 김대현(2016). 2009 개정 초등 과학과 성취기준에
대한 교사들의 이해와 활용. 한국과학교육학회지, 36(6), 911-923.
- 김종욱(2006). 지식에서 지혜로: 지식기반사회에 대한 불교적 성찰. 철학
연구, 99, 109-131.

- 김희백, 강남화, 김명화, 맹승호, 박종석, 백윤수, 손정우, 심규철, 오필석, 이기영, 이봉우,정은영,한인식(2017). 미래세대 과학교육표준 개발을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구보고서.
- 박장호(2004). Aristotles의 실천적 지혜와 도덕교육. 윤리교육연구, 6, 147-182.
- 박종원(2016). 과학적 소양에 대한 세 가지 논의 -통합적 이해, 교육과정의 정착, 시민교육을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 36(3), 413-422.
- 반성택(2012). 소크라테스의 ‘너 자신을 알라’와 아리스토텔레스의 실천적 지혜. 철학과 현상학 연구, 54, 51-88.
- 소연희(2014). 초등학생의 학업탄력성과 지혜의 관계: 4학년과 6학년 비교. 교육방법연구, 26(2), 323-345.
- 손정우, 이봉우, 문홍주, 박승호, 이세연, 전병희(2018). 고등학교 물리학 I 교과서. 비상교육.
- 송진웅, 강석진, 광영순, 김동건, 김수환, 나지연, 도정훈, 민병곤, 박성춘, 배성문, 손연아, 손정우, 오필석, 이준기, 임 혁, 정대홍, 정용재, 정종훈, 김진희, 김은영(2018). 미래세대를 위한 과학교육표준 개발. 한국과학창의재단 연구보고서.
- 신동희, 신하운(2012). 과학사 활용 과학 윤리 수업 모형 개발. 한국과학교육학회지, 32(2), 346-371.
- 심재호, 신명경, 이선경(2010). 2007년 개정 과학과 교육과정의 주요 내용의 실행에 관한 과학 교사의 인식. 한국과학교육학회지, 30(1), 140-156.

- 양정은, 김현정, Lei Gao, 김은진, 김성원, 이현주(2012). 과학과 관련된 사회·윤리적 문제(SSI)의 도입을 통한 창의·인성 교육 가능성에 대한 과학교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 32(1), 113-128.
- 윤희경, 송영진(2017). 과학 수업 비디오에 기초한 반성 활동을 통한 초등 예비교사의 전문적 시각의 변화. 한국과학교육학회지, 37(4), 553-564.
- 이기홍(2011). ‘지혜’ 규정을 위한 소고 - 지식기반 시대에서 지혜의 변호를 위하여. 인문학연구, 41, 485-516.
- 이명제(2014). 과학적 소양의 정의 분류의 특성 및 경향. 한국과학교육학회지, 34(2), 55-62.
- 이수림, 조성호(2012). 한국판 지혜 척도의 개발 및 타당화 연구. 한국심리학회지:사회문제, 18(1), 1-26.
- 이종성(2012). 장자철학의 지혜와 현대적 의의. 동서철학연구, 64, 129-153.
- 이현옥, 이현주(2017). 과학기술관련 사회쟁점에 대한 의사결정에서 나타나는 NOT 이해 수준의 평가를 위한 루브릭 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 37(2), 323-334.
- 이현주, 최윤희, 고연주(2014). 집단지성 원리를 적용한 과학관련 사회·윤리적 쟁점 수업 모형의 개발. 한국과학교육학회지, 34(6), 523-534.
-
- (2015). 집단지성을 강조한 과학기술 관련 사회쟁점 수업이 중학교 영재학급 학생들의 역량 함양에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 35(3), 431-442.

- 이현주(2016). 과학관련 사회쟁점(SSI) 교수 전문성 함양을 위한 PCK 모형 개발 및 PCK 요소간 역동적 상호작용과 변화과정 분석. 한국과학교육학회지, 36(4), 539-550.
- _____(2018). SSI교육이란 무엇인가. 박영스토리.
- 임인숙, 송진웅(2017). ‘지혜’의 개념과 과학교사들의 ‘지혜’에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 37(4), 731-745.
- 임효진, 장진아, 송진웅(2018). 고등학생들의 과학적 역량에 있어서 과학수업 활동과 학습동기의 역할 - 경로모형의 검증-. 한국과학교육학회지, 38(3), 407-417.
- 전병옥, 한기순(2012). 초등 영재아동을 위한 자기보고식 ‘지혜’ 척도 개발. 영재교육연구, 22(2), 427-450.
- 전승준, 고훈영, 이영식, 곽영순, 최성연, 강훈식, 박민아(2017a). 모든 한국인을 위한 과학 개발. 한국과학창의재단 연구보고서.
- 전승준, 곽영순, 고훈영, 이영식, 최성연(2017b). 미래 사회 한국인의 과학소양에 대한 요구 분석. 한국과학교육학회지, 37(3), 441-452.
- 정성배, 김정호(2014). 초등학교 교사의 지혜와 직무만족도의 관계: 분산적 지도성과 교사효능감의 중다매개효과. 초등교육연구, 27(4), 369-390.
- 정윤숙, 김성원(2015). 과학관련 사회쟁점 학습을 통한 과학의 본성에 대한 이해의 전이. 한국과학교육학회지, 35(5), 895-905.
- 정행남, 유선아(2017). 과학 기술 관련 사회쟁점 교육에 대한 과학 교사들의 SSI-PCK 사례연구. 한국과학교육학회지, 37(4), 679-691.
- 하은선(2008). 중학생들의 방과후 모둠활동에서 형성된 과학담화의 특징과 지속요인에 대한 사례 분석. 서울대학교 과학교육과 박사학위논문.

홍성욱(2004). 과학은 얼마나. 서울대학교출판부: 서울.

홍성욱, 서민우, 장하원, 현재환(2015). 과학기술과 사회. 나무나무: 고양.

홍은숙(1999). 지식과 교육. 교육과학사.

“지혜”. 표준국어대사전. (2018년 12월 6일 접속).

URL: <http://stdweb2.korean.go.kr/main.jsp>

Adler, M. J. (1952). *The Great Ideas: A Syntopicon of Great Books of the Western World*. (Vol. 2). Chicago: William Benton Publisher

Allchin, D. (2014). From science studies to scientific literacy: A view from the classroom. *Science & Education*, 23, 1911-1932.

Anderson, J. R. (1993). *Rules of the Mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Andler, D. (2012). What has collective wisdom to do with wisdom? In H. Landemore & J. Elster (Eds.), *Collective Wisdom: Principles and Mechanisms* (pp. 72-94). Cambridge University Press.

Ardelt, M. (2003). Empirical assessment of a three-dimensional wisdom scale. *Research On Aging*, 25(3), 275 - 324.

_____. (2011). Wisdom, age, and well-being. In K. Schaie & S. Willis (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging* (7th ed.) (pp. 279-291). Academic Press.

Aristotle. (2013). 니코마코스 윤리학(Ethika Nikomacheia by Aristotles). (천병희 역). 도서출판 숲: 파주. (Original work published in 4th century BC).

Arlin, P. K. (1990). Wisdom: The art of problem finding. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 230-243). New York: Cambridge University Press.

- Assmann, A. (1994). Wholesome knowledge: concept of wisdom in an historical and cross-cultural perspective. In D. L. Featherman, R. M. Lerner & M. Perlmutter (Eds.), *Life-span Development and Behavior* (pp. 186-224). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baltes, P. B., Dittmann-Kohli, F., & Dixon, R. A. (1984). New perspectives on the development of intelligence in adulthood: toward a dual-process conception and a model of selective optimization with compensation. In P. B. Baltes & O. G. Brim Jr. (Eds.), *Life-span Development and Behavior* (pp. 33-76). New York: Academic Press.
- Baltes, P. B., & Smith, J. (1990). Toward a psychology of wisdom and its ontogenesis. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 87-120). New York: Cambridge University Press.
- Baltes, P. B., Smith, J., & Staudinger, U. M. (1992). Wisdom and successful aging. In T. B. Sonderegger (Ed.), *Current Theory and Research in Motivation*, Vol. 39. *Nebraska Symposium on Motivation 1991: Psychology and Aging* (pp. 123-167). Lincoln, NE, US: University of Nebraska Press.
- Baltes, P. B., & Staudinger, U. M. (2000). Wisdom: a metaheuristic (pragmatic) to orchestrate mind and virtue toward excellence. *American Psychologist*, 55(1), 122-136.
- Betz, F. (2012). *Societal Dynamics*. Springer.
- Birren, J. E., & Fisher, L. M. (1990). The elements of wisdom: overview and integration. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature,*

- Origins, and Development* (pp. 317-332). New York: Cambridge University Press.
- Birren, J. E., & Svensson, C. M. (2005). Wisdom in history. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 3-31). New York: Cambridge University Press.
- Bluck, S. & Glück, J. (2004). Making things better and learning a lesson: experiencing wisdom across the lifespan. *Journal of Personality*, 72(3), 543-572.
- Briskin, A., Erickson, S., Ott, J., & Callanan, T. (2009). *The Power of Collective Wisdom*. Berrett-Koehler Publishers.
- Champagne, A. B., & Klopfer, L. E. (1982). Actions in time of crisis. *Science Education*, 66(4), 32-35.
- Champagne, A. B. (2013). Content to be assessed across the history of the National Assessment of Educational Progress. In C. Deborah, R. Gunstone, and A. Jones (Eds.), *Valuing Assessment in Science Education: Pedagogy, Curriculum, Policy* (pp. 119-151). Springer.
- Chandler, M. J., & Holliday, S. (1990) Wisdom in postapocalyptic age. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 121-141). New York: Cambridge University Press.
- Christodoulou, D. (2018). 아무도 의심하지 않는 일곱 가지 교육 미신 (*Seven Myths About Education*). (김승호 역). 페이퍼로드: 서울. (Original work published in 2013)
- Claxton, G. (2008). Wisdom: advanced creativity? In A. Craft, H. Gardner & G. Claxton (Eds.), *Creativity, Wisdom, and Trusteeship* (pp. 35-48). Thousand Oaks: Corwin Press.

- Claxton, G., Craft, A., & Gardner, H. (2008). Concluding thoughts: good thinking - education for wise creativity. In A. Craft, H. Gardner & G. Claxton (Eds.), *Creativity, Wisdom, and Trusteeship* (pp. 168-176). Thousand Oaks: Corwin Press.
- Clayton, V. P., & Birren, J. E. (1980). The development of wisdom across the life span: A reexamination of an ancient topic. In P. B. Baltes & J. O. G. Brim (Eds.), *Life-span Development and Behavior* (pp. 103-135). New York: Academic Press.
- Clayton, V. P. (1982). Wisdom and intelligence: The nature and function of knowledge in the later years. *International Journal of Aging and Human Development*, 15(4), 315-321.
- Craft, A., Gardner, H., & Claxton, G. (2008). Nurturing creativity, wisdom, and trusteeship in education: a collective debate. In A. Craft, H. Gardner & G. Claxton (Eds.), *Creativity, Wisdom, and Trusteeship* (pp. 1-14). Thousand Oaks: Corwin Press.
- Craig, E. (1998). *The Routledge Encyclopedia of Philosophy*. New York: Routledge.
- Csikszentmihalyi, M., & Nakamura, J. (2005). The role of emotions in the development of wisdom. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 220-242). New York: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M., & Rathunde, K. (1990). The psychology of wisdom: an evolutionary interpretation. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 25-51). New York: Cambridge University Press.

- Darwin, F. (1887). *The Life and Letters of Charles Darwin, Including an Autobiographical Chapter*, 3rd ed. vol. 1, John Murray: London.
- Daston, L. & Galison, P. (2007). *Objectivity*. Brooklyn, NY: Zone Book.
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education*. Springer.
- Ferrari, M., & Weststrate, N. (2013). *The Scientific Study of Personal Wisdom*. Springer.
- Frazer, M. J., & Kornhauser, A. (1986). *Ethics and Social Responsibility in Science Education*. Elsevier.
- Garret, R. (1996a). Three definitions of wisdom. In K. Lehrer, B. J. Lum, B. A. Slichta & N. D. Smith (Eds.), *Knowledge, Teaching and Wisdom*. (pp. 221-232). Norwell: Kluwer Academic.
- _____. (1996b). Wisdom as the key to a better world. In J. R. Cautela & W. Ishaq (Eds.), *Contemporary Issues in Behavior Therapy: Improving the Human Condition*, (pp. 403-420). New York: Springer.
- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606-633.
- Grossmann, I. (2017). Wisdom in context. *Perspectives on Psychological Science*, 12(2), 233-257.
- Holder, C. F. (1892). *Charles Darwin: his life and work*. NY: G. P. Putnam's sons.
- Holliday, S. G., & Chandler, M. J. (1986). *Wisdom: Explorations in Adult Competence*. Basel, Switzerland: Karger.

- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
- Jordan, J. (2005). The quest for wisdom in adulthood. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 160-188). New York: Cambridge University Press.
- Kekes, J. (1992). *The Examined Life*. Penn State Press.
- _____. (1995). *Moral Wisdom and Good Lives*. Cornell University Press: NY
- Kitchener, K. S. (1986). The reflective judgment model: characteristics, evidence, and measurement. In R. A. Mines & K. S. Kitchener (Eds.), *Adult Cognitive Development* (pp. 76-91) NY: Praeger.
- Kitchener, K. S., & Brenner, H. G. (1990). Wisdom and reflective judgement: knowing in the face of uncertainty. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development*, (pp. 212-229). New York: Cambridge University Press.
- Kramer, D. A. (1983). Postformal operations? A need for further conceptualization. *Human Development*, 26, 91-105.
- _____. (1990). Conceptualizing wisdom: the primacy of affect-cognition relations. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 279-313). New York: Cambridge University Press.
- Kretzmann, N., & Stump, E. (1998). Aquinas, Thomas. In E. Craig (Ed.), *The Routledge Encyclopedia of Philosophy* (pp. 425-449). New York: Routledge.

- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolution*. The University of Chicago Press.
- Kunzmann, U., & Baltes, P. B. (2003). Wisdom-related knowledge: affective, motivational, and interpersonal correlates. *Personality & Social Psychology Bulletin*, 29(9), 1104-1119.
- Kupperman, J. J. (2005). Morality, ethics, and wisdom. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 245-271). New York: Cambridge University Press.
- Labouvie-Vief, G. (1990). Wisdom as integrated thought: historical and developmental perspectives. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 52-83). New York: Cambridge University Press.
- Lacey, H. (1986). *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding*. Routledge.
- Landemore, H., & Elster, J. (2012). *Collective Wisdom: Principles and Mechanisms*. Cambridge University Press.
- Landemore, H. (2012). Collective wisdom: old and new. In H. Landemore & J. Elster (Eds.), *Collective Wisdom: Principles and Mechanisms*. (pp. 1-20). Cambridge University Press.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.
- Lehrer, K., & Smith, N. D. (1996). Knowledge, teaching, and wisdom. In K. Lehrer, B. J. Lum, B. A. Slichta & N. D. Smith (Eds.), *Knowledge, Teaching and Wisdom*. (pp. 3-17). Norwell: Kluwer Academic.

- Lemke, J. L. (1998). Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions. *International Conference on Ideas for a Scientific Culture*. URL: <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/j-lemke/papers/bar-celon.htm> (accessed 8 Oct. 2018)
- Leonard, A. J., Reichler, A., King, C., Madsen, D., Camacho, J., & Marchese, W. (2001). The measurement of wisdom: a preliminary effort. *Journal of Community Psychology*, 29(5), 585-598.
- Lightman, B. (2010). The many lives of Charles Darwin: early biographies and the definitive evolutionist. *Notes and Records of The Royal Society*, 64(4), 339-358.
- Lijnse, P. (2000). Didactics of science: the forgotten dimension in science education research? In R. Millar, J. Leach, and J. Osborne (Eds.), *Improving Science Education* (pp. 308-326). Open University Press.
- Mach, E. (2014). 역학의 발달: 역사적·비판적 고찰(Die Mechanik in ihrer Entwicklung: historisch-kritisch dargestellt). (고인석 역). 한길사: 파주. (Original work published in 1883)
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge.
- _____. (2014). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Springer.
- _____. (2018). *History, Philosophy and Science Teaching*. Springer.
- Maxwell, N. (2007). From knowledge to wisdom: the need for an academic revolution. *London Review of Education*, 5, 97-115.

- Meacham, J. A. (1983). Wisdom and the context of knowledge: knowing that one doesn't know. In D. Kuhn & J. A. Meacham (Eds.), *On the Development of Developmental Psychology* (pp. 111-134). Basel, Karger.
- _____. (1990). The loss of wisdom. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 181-211). New York: Cambridge University Press.
- Mickler, C., & Staudinger, U. (2008). Personal wisdom: validation and age-related differences of a performance measure. *Psychology and Aging*, 23(4), 787-799.
- Moody, H., Clayton, V., & McKee, P. (1983). Wisdom in old age: the highest stage of cognitive development? *The Gerontologist*, 23, 263.
- Murcia, K. (2009). Re-thinking the development of scientific literacy through a rope metaphor. *Research in Science Education*, 39, 215-229.
- National Assessment of Educational Progress(NAEP). (1965). *Objectives of Science Education: Compiled as a Guide to the Development of an Assessment Program in Science Education*. Quoted in Champagne, A. B. (2013).
- National Science Teachers Association(NSTA). (1982). *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s*, NSTA, Washington, DC. Quoted in Matthews, M. R. (1994).
- Norman, A. P. (1996). Teaching Wisdom. In K. Lehrer, B. J. Lum, B. A. Slichta & N. D. Smith (Eds.), *Knowledge, Teaching and Wisdom* (pp. 253-266). Norwell: Kluwer Academic.

- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Orwoll, L., & Perlmutter, M. (1990). The study of wise persons: integrating a personality perspective. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 160-177). New York: Cambridge University Press.
- Osbeck, L. M., & Robinson, D. N. (2005). Philosophical theories of wisdom. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 61-83). New York: Cambridge University Press.
- Pascual-Leone, J. (1990). An essay on wisdom: toward organismic processes that make it possible. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 244-278). New York: Cambridge University Press.
- Pasupathi, M., Staudinger, U. M., & Baltes, P. B. (2001). Seeds of wisdom: Adolescents' knowledge and judgment about difficult life problems, *Developmental Psychology*, 37(3), 351-361.
- Polanyi, M. (1958). *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. University of Chicago Press.
- _____. (1966). *The Tacit Dimension*. London, Routledge.
- Reeve, R., Messina, R., & Scardamalia, M. (2008). Wisdom in elementary school. In M. Ferrari & G. Potworowski (Eds.), *Teaching for Wisdom* (pp. 79-92). Springer.
- Resnik, D. B. (1998). *The Ethics of Science: an introduction*. New York: Routledge.

- Richardson, M. J., & Pasupathi, M. (2005). Young and growing wiser: wisdom during adolescence and young adulthood. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 139-159). New York: Cambridge University Press.
- Robinson, D. N. (1990). Wisdom through the ages. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 13-24). New York: Cambridge University Press.
- Rowson, J. (2008). How are we disposed to be creative? In A. Craft, H. Gardner & G. Claxton (Eds.), *Creativity, Wisdom, and Trusteeship* (pp. 84-95). Thousand Oaks: Corwin Press.
- Ryan, S. (1996). Wisdom. In K. Lehrer, B. J. Lum, B. A. Slichta & N. D. Smith (Eds.), *Knowledge, Teaching and Wisdom*. (pp. 233-242). Norwell: Kluwer Academic.
- _____. (2012). Wisdom, knowledge and rationality. *Acta Analytica*, 27, 99-112.
- Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind*, NY: Barnes & Noble.
- Salloum, S. (2017). The place of practical wisdom in science education: what can be learned from Aristotelian ethics and a virtue-based theory of knowledge. *Cultural Studies of Science Education*, 12(2), 355-367.
- Sanders, J. D., & Jeste, D. V. (2013). Neurobiological basis of personal wisdom. In M. Ferrari & N. M. Weststrate (Eds.), *The Scientific Study of Personal Wisdom* (pp. 99-112). Springer.
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry

- (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383-395). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Simonton, D. K. (2008) Creative wisdom: similarities, contrasts, integration, and application. In A. Craft, H. Gardner & G. Claxton (Eds.), *Creativity, Wisdom, and Trusteeship* (pp. 68-76). Thousand Oaks: Corwin Press.
- Smith, J., Dixon, R. A., & Baltes, P. B. (1989). Expertise in life planning: a new research approach to investigating aspects of wisdom. In M. L. Commons, J. D. Sinnott, F. A. Richards, & C. Armon (Eds.), *Adult Development, Vol. 1. Comparisons and Applications of Developmental Models* (pp. 307-331). NY: Praeger.
- Smith, J., & Baltes, P. B. (1990). Wisdom-related knowledge: age/cohort differences in response to life-planning problems. *Developmental Psychology*, 26, 494-505.
- Smith, N. (1998). Wisdom. In E. Craig (Ed.), *The Routledge Encyclopedia of Philosophy* (pp. 9020-9022). New York: Routledge.
- Solomon, J. L., Marshall, P., & Gardner, H. (2005). Crossing boundaries to generative wisdom. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 272-296). New York: Cambridge University Press.
- Song, J. (2016). Beyond knowledge: Toward culture-sensitive science teaching and Science as Wisdom(SaW). Plenary session at 2016 KASE(The Korean Association for Science Education) International Conference in Korea. Published in the proceedings, 40-49.

- Staudinger, U. M. (1992). Wisdom-related knowledge in a life review task: age differences and the role of professional specialization. *Psychology and Aging*, 7(2), 271-281.
- _____. (1999). Social cognition and a psychological approach to an art of life. In F. Blanchard-Fields & T. Hess (Eds.), *Social Cognition, Adult Development and Aging* (pp. 343-375). New York: Academic Press.
- Staudinger, U. M., & Pasupathi, M. (2003). Correlates of wisdom-related performance in adolescence and adulthood: age-graded differences in “paths” towards desirable development. *Journal of Research on Adolescence*, 13, 239-268.
- Staudinger, U. M., Dörner, J., & Mickler, C. (2005). Wisdom and personality. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 191-219). New York: Cambridge University Press.
- Staudinger, U. M., & Glück, J. (2011). Psychological wisdom research: commonalities and differences in a growing field. *Annual Review of Psychology*, 62, 215-241.
- Sternberg, R. J. (1985). Implicit theories of intelligence, creativity, and wisdom. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49(3), 607-627.
- _____. (1990). Wisdom and its relations to intelligence and creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development* (pp. 142-159). New York: Cambridge University Press.

- _____. (2003). *Wisdom, Intelligence, and Creativity Synthesized*. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 3-15). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., Jarvin, L., & Reznitskaya, A. (2008). Teaching for wisdom through history: infusing wise thinking skills in the school curriculum. In M. Ferrari & G. Potworowski (Eds.), *Teaching for Wisdom* (pp. 37-58). Springer.
- Surowiecki, J. (2004). *The Wisdom of Crowds*. New York: Doubleday.
- Takahashi, M., & Bordia, P. (2000). The concept of wisdom: a cross-cultural comparison. *International Journal of Psychology*, 35, 1-9..
- Takahashi, M., & Overton, W. F. (2005). Cultural foundations of wisdom: an integrated developmental approach. In R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A Handbook of Wisdom* (pp. 32-60). New York: Cambridge University Press.
- Thomas, S., & Kunzmann, U. (2013). Age differences in wisdom-related knowledge: does the age relevance of the task matter? *Journal of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 69(6), 897-905.
- Trotman, D. (2008). Liberating the wise educator: cultivating professional judgment in educational practice. In A. Craft, H. Gardner & G. Claxton (Eds.), *Creativity, Wisdom, and Trusteeship* (pp. 158-166). Thousand Oaks: Corwin Press.

- Venezky, R. L. (1990). Definitions of literacy. In R. L. Venezky, D. A. Wagner, & B. S. Ciliberti (Eds.), *Toward Defining Literacy* (pp. 2-16). Newark, DE: International Reading Association.
- Wink, P., & Staudinger, U. M. (2016). Wisdom and psychosocial functioning in later life. *Journal of Personality*, 84(3), 306-318.
- Woolnough, B. E. (1994). Factors affecting students' choice of science and engineering. *International Journal of Science Education*, 16(6), 659-676.
- _____. (1997). Motivating students or teaching pure science? *School Science Review*, 78(285), 67-72
- World Economic Forum(WEF). (2016). The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. *World Economic Forum*. Geneva, Switzerland.
- Yang, S. (2001). Conceptions of wisdom among Taiwanese Chinese. *The Journal of Cross-Cultural Psychology*, 32(6), 662-680.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377.
- Zeleny, M. (2006). From knowledge to wisdom: on being informed and knowledgeable, becoming wise and ethical. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 5(4), 751-762.
- "Collective Wisdom". International Encyclopedia of the Social Sciences. . Retrieved Dec. 03, 2018 from Encyclopedia.com
 URL: <https://www.encyclopedia.com/social-sciences/applied-and-social-sciences-magazines/collective-wisdom>

“Wisdom”. OxfordDictionaries.com. Retrieved Dec. 06, 2018 from oed.com

URL: <http://www.oed.com/view/Entry/229491?rskey=eYIkVq&result=1&isAdvanced=false#eid>

[부록1] 연구1의 IRB 심의 면제 통보서

심의면제 통보서

수신

책임연구자	이름: 임인숙	소속: 사법대학 과학교육과	직위: 박사과정
지원기관	해당없음		

과제정보

승인번호	IRB No. E1509/002-004
연구과제명	과학교사들의 '지혜' 개념 인식조사
연구종류	학술 연구, 학위 논문 연구, 설문조사
면제일자	2015-09-21
검토의견	본 연구는 대면하지만 개인식별정보를 수집 기록하지 않는 연구로 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」 시행규칙 제13조 제1항 제2호에 근거하여 심의를 면제합니다.
심의결과	면제승인

상기 연구과제에 대하여 본 위원회에서는 심의면제대상임을 확인합니다.

모든 연구자들은 아래의 사항을 준수하여야 합니다.

1. 연구자께서는 제출하신 계획서에 따라 연구를 수행하여야 하며, 이와 다르게 연구를 진행하실 경우 다시 심의를 진행하셔야 함을 유의하시기 바랍니다.
2. 위원회의 요구가 있을 때에는 연구의 진행과 관련된 보고를 위원회에 제출하여야 합니다.
3. 연구윤리를 위하여 관련부처가 필요시 조사 및 감독 차원에서 현장점검을 실시할 수 있습니다.
4. 연구와 관련된 기록은 연구가 종료된 시점을 기준으로 최소 3년간 보관하여야 합니다.

2015년 09월 21일

서울대학교 생명윤리위원회 위원장



[부록2] 연구1의 연구참여자 모집 문건

연구 참여자 모집

연구 명칭: 과학교사들의 '지혜' 개념 인식조사

연구 책임자: 임인숙 (서울대학교 대학원 과학교육과 박사과정)

본 연구는 지식교육의 한계를 인식하고 새로운 교육적 대안으로서 '지혜'를 활용하는 방안을 모색하고자 설계되었습니다. 이를 위해 학문적 개념으로서 '지혜'에 대한 비판적 고찰을 통해 이것이 여러 교과과목을 교육하는 데 어떻게 구현될 수 있는지 탐구할 예정입니다. 이 연구의 시작으로 문화, 연령, 직업군 등 집단의 성격에 따라 조금씩 다르게 인식되는 것으로 알려진 '지혜(wisdom)' 개념이 과학교육 종사자들, 즉 과학교사들에게 어떻게 인식되고 있는지를 알아보기 위해 설문지를 통한 인식 조사를 먼저 실시하고자 합니다.

연구 참여 대상:

- ① 4년제 대학에서 과학교육과(물리교육, 화학교육, 생물교육, 지구과학교육)에 재학 중인 학부생 성인 50여 명(성별 및 학년 무관)
- ② 중학교 또는 고등학교에서 재직하고 있거나 재직 경력이 있는 과학(물리, 화학, 생물, 지구과학)과목 담당의 성인 교사 50여 명(성별 및 경력 무관)
- ③ 중학교 또는 고등학교에서 재직하고 있거나 재직 경력이 있는 과학 외 타 교과과목 담당의 성인 교사 50여 명(성별 및 경력 무관)
- ④ 위에서 언급한 대상자 중에서 '취약한 연구 참여자 범주'에 해당되는 사람은 연구 참여에서 제외됨

연구 참여에 동의한 참여자들은 본 연구에서 한 번의 설문조사에 참여하게 됩니다. 인식조사 설문지는 20개의 5단계 척도 객관식 문항과 4개의 개방형 문항으로 구성되어 있으며 설문에 소요되는 시간은 약 15분가량입니다.

동의서에 기입하는 성명 외의 어떠한 개인 정보도 수집하지 않으며 설문지와 동의서는 수거하는 즉시 분리 보관하여 설문지 응답자를 식별할 수 없게 처리합니다.

연락해 주신 예비교사 및 현직 교사 분들에게는 연구 계획에 대한 자세한 내용과 절차를 충분히 숙지할 수 있도록 안내할 것이며, 설명을 들으신 후 참여 여부를 연구책임자에게 말씀해 주시면 됩니다. 연구에 참여할 의사가 있으신 분들은 아래 연락처로 연락해주시길 바랍니다.

연구 책임자: 임인숙

[부록3] 연구1의 연구참여자용 동의서 - 과학교사

연구 참여자용 설명서 (과학교사용)

연구 과제명: 과학교사들의 ‘지혜’ 개념 인식 조사

연구 책임자명: 임인숙 (서울대학교, 박사과정)

안녕하십니까? 서울대학교 대학원 과학교육과에 재학 중인 박사과정 연구생 임인숙이라고 합니다. 저는 교육의 목표와 방향성으로서 ‘지혜’ 개념에 관심을 갖고 과학교육에서의 지혜 개념 활용방안을 모색하는 연구를 진행하고 있습니다. 이를 위해 먼저 현직 과학교사들을 대상으로 ‘지혜’를 어떻게 인식하고 있는지에 대한 암묵적 이론을 조사하고자 합니다. 연구 결과는 앞으로의 ‘지혜’ 개념 연구의 기초 자료로 사용될 것이며 향후 과학교육학의 발전에 큰 도움이 될 것입니다. 여러분은 이 연구에 참여하도록 권유 받았습니다. 이 연구에 대해 몇 가지 궁금할 것으로 예상되는 질문에 대한 아래의 답변을 읽고 연구 참여 의사를 밝혀 주십시오. 아래의 답변 외에도 분명히 이해되지 않는 말이나 정보에 대해서는 구두로 질문하실 수 있습니다.

1. 이 연구를 왜 하나요?

이 연구의 목적은 ‘지혜’ 개념에 대한 현직 과학교사들의 인식을 조사하기 위함입니다.

2. 왜 저에게 참여하라고 하나요?

이 설명서를 받은 여러분은 현재 중·고등학교에 재직 중인 과학 교과목 담당 교사이기 때문입니다. 귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 하지만 향후 과학교육 연구의 발전을 위하여 소중한 시간을 내 주시길 부탁드립니다.

3. 연구 참여 중에 어떤 일을 하게 되나요?

책임 연구자가 만든 설문지에 개인적인 생각을 진솔하게 적는 방식으로 응답하게 됩니다.

4. 참여 시간은 얼마나 됩니까?

10-20분 정도입니다.

5. 이 연구에 참여할 경우 위험한 상황은 발생하지 않나요?

개인 식별정보나 개인신상정보를 수집하지 않으며 설문이 종료된 이후 차후 면담 계획 또한 없습니다. 따라서 설문에 응답하는 시간이 소요되는 것 외에 예상할만한 위험한 상황은 없습니다.

6. 참여 도중 그만두어도 되나요?

참여 도중 그만둘 수 있습니다. 중단 의사를 밝힐 경우 연구자는 그에 대한 어떠한 이유도 묻지 않을 것입니다. 또한 응답이 완료된 뒤에 중단 의사를 밝힐 경우 응답한 자료를 분석 데이터로 사용하지 않고 폐기할 것입니다.

7. 이 연구가 저에게 어떤 도움이 되나요?

귀하가 이 연구에 참여하는데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 귀하가 제공하는 정보는 과학교사들의 지혜 인식에 대한 이해에 도움이 될 것입니다.

8. 이 연구에 참여하면 보상이 있나요?

귀하의 연구 참여 시 감사의 뜻으로 1000원 정도의 작은 기념품이 증정될 것입니다.

9. 추가로 궁금한 점이 생기면 어떻게 하나요?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

▶ 이름: 임인숙

▶전화번호:

만일 어느 때라도 연구 참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리심의위원회에 연락하십시오.

▶ 서울대학교 생명윤리심의위원회(SNUIRB)

▶ 전화번호: 02-880-5153

본 동의서는 관련법에 의거하여 3년간 보관됩니다.

아래 사항을 확인한 후 연구에 참여에 동의하신다면 서명란에 서명해 주십시오.

연구 참여자용 동의서

- ① 나는 이 설명서를 읽었으며 담당 연구원과 이에 대하여 의논하였습니다.
- ② 나는 위험과 이득에 관해 들었으며 나의 질문에 만족할 만한 답변을 얻었습니다.
- ③ 나는 이 연구에 참여하는 것에 자발적으로 동의합니다.
- ④ 나는 이 연구에서 얻어진 나에 대한 정보를 현행 법률과 생명윤리심의위원회 규정이 허용하는 범위 내에서 연구자가 수집하고 처리하는데 동의합니다.
- ⑤ 나는 담당 연구자나 위임 받은 대리인이 연구를 진행하거나 결과 관리를 하는 경우와 보건 당국, 학교 당국 및 서울대학교 생명윤리심의위원회가 실태 조사를 하는 경우에는 비밀로 유지되는 나의 개인 신상 정보를 직접적으로 열람하는 것에 동의합니다.
- ⑥ 나는 언제라도 이 연구의 참여를 철회할 수 있고 이러한 결정이 나에게 어떠한 해도 되지 않을 것이라는 것을 압니다.
- ⑦ 나의 서명은 이 동의서의 사본을 받았다는 것을 뜻하며 연구 참여가 끝날 때까지 사본을 보관하겠습니다.

연구 참여자 성명

서명

날짜 (년/월/일)

동의서 받은 연구원 성명

서명

날짜 (년/월/일)

연구책임자 성명

서명

날짜 (년/월/일)

[부록4] 연구1의 연구참여자용 동의서 - 예비 과학교사

연구 참여자용 설명서 (예비 과학교사용)

연구 과제명: 과학교사들의 ‘지혜’ 개념 인식 조사

연구 책임자명: 임인숙 (서울대학교, 박사과정)

안녕하십니까? 서울대학교 대학원 과학교육과에 재학 중인 박사과정 연구생 임인숙이라고 합니다. 저는 교육의 목표와 방향성으로서 ‘지혜’ 개념에 관심을 갖고 과학교육에서의 지혜 개념 활용방안을 모색하는 연구를 진행하고 있습니다. 이를 위해 먼저 과학교사를 길러내는 과정에 있는 과학교육과(물리교육과, 화학교육과, 생물교육과, 지구과학교육과) 학부생들을 대상으로 ‘지혜’를 어떻게 인식하고 있는지에 대한 암묵적 이론을 조사하고자 합니다. 연구 결과는 앞으로의 ‘지혜’ 개념 연구의 기초 자료로 사용될 것이며 향후 과학교육학의 발전에 큰 도움이 될 것입니다. 여러분은 이 연구에 참여하도록 권유 받았습니니다. 이 연구에 대해 몇 가지 궁금할 것으로 예상되는 질문에 대한 아래의 답변을 읽고 연구 참여의사를 밝혀 주십시오. 아래의 답변 외에도 분명히 이해되지 않는 말이나 정보에 대해서는 구두로 질문하실 수 있습니다.

1. 이 연구를 왜 하나요?

이 연구의 목적은 ‘지혜’ 개념에 대한 예비 과학교사들의 인식을 조사하기 위함입니다.

2. 왜 저에게 참여하라고 하나요?

예비 과학교사로 볼 수 있는 사범대학 과학교육과 소속 학부 재학생이기 때문입니다. 귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 하지만 향후 과학교육 연구의 발전을 위하여 소중한 시간을 내 주시길 부탁드립니다.

3. 연구 참여 중에 어떤 일을 하게 되나요?

책임 연구자가 만든 설문지에 개인적인 생각을 진솔하게 적는 방식으로 응답하게 됩니다.

4. 참여 시간은 얼마나 됩니까?

10~20분 정도입니다.

5. 이 연구에 참여할 경우 위험한 상황은 발생하지 않나요?

개인 식별정보나 개인신상정보를 수집하지 않으며 설문이 종료된 이후 차후 면담 계획 또한 없습니다. 따라서 설문에 응답하는 시간이 소요되는 것 외에 예상할만한 위험한 상황은 없습니다.

6. 참여 도중 그만두어도 되나요?

참여 도중 그만둘 수 있습니다. 중단 의사를 밝힐 경우 연구자는 그에 대한 어떠한 이유도 묻지 않을 것입니다. 또한 응답이 완료된 뒤에 중단 의사를 밝힐 경우 응답한 자료를 분석 데이터로 사용하지 않고 폐기할 것입니다.

7. 이 연구가 저에게 어떤 도움이 되나요?

귀하가 이 연구에 참여하는데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 귀하가 제공하는 정보는 과학교사들의 지혜 인식에 대한 이해에 도움이 될 것입니다.

8. 이 연구에 참여하면 보상이 있나요?

귀하의 연구 참여 시 감사의 뜻으로 1000원 정도의 작은 기념품이 증정될 것입니다.

9. 추가로 궁금한 점이 생기면 어떻게 하나요?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

▶ 이름: 임인숙 ▶ 전화번호:

만일 어느 때라도 연구 참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리심의위원회에 연락하십시오.

▶ 서울대학교 생명윤리심의위원회(SNUIRB) ▶ 전화번호: 02-880-5153

본 동의서는 관련법에 의거하여 3년간 보관됩니다.

아래 사항을 확인한 후 연구에 참여에 동의하신다면 서명란에 서명해 주십시오.

연구 참여자용 동의서

- ① 나는 이 설명서를 읽었으며 담당 연구원과 이에 대하여 의논하였습니다.
- ② 나는 위험과 이득에 관해 들었으며 나의 질문에 만족할 만한 답변을 얻었습니다.
- ③ 나는 이 연구에 참여하는 것에 자발적으로 동의합니다.
- ④ 나는 이 연구에서 얻어진 나의 개인 정보를 현행 법률과 생명윤리심의위원회의 규정이 허용하는 범위 내에서 연구자가 수집하고 처리하는데 동의합니다.
- ⑤ 나는 담당 연구자나 위임 받은 대리인이 연구를 진행하거나 결과 관리를 하는 경우와 보건 당국, 학교 당국 및 서울대학교 생명윤리심의위원회가 실태 조사를 하는 경우에는 비밀로 유지되는 나의 개인 신상 정보를 직접적으로 열람하는 것에 동의합니다.
- ⑥ 나는 언제든지 이 연구의 참여를 철회할 수 있고 이러한 결정이 나에게 어떠한 해도 되지 않을 것이라는 것을 압니다.
- ⑦ 나의 서명은 이 동의서의 사본을 받았다는 것을 뜻하며 연구 참여가 끝날 때까지 사본을 보관하겠습니다.

_____	_____	_____
연구 참여자 성명	서명	날짜 (년/월/일)
_____	_____	_____
동의서 받은 연구원 성명	서명	날짜 (년/월/일)
_____	_____	_____
연구책임자 성명	서명	날짜 (년/월/일)

[부록5] 연구1의 연구참여자용 동의서 - 타 교과 교사

연구 참여자용 설명서 (교사용)

연구 과제명: 과학교사들의 ‘지혜’ 개념 인식 조사

연구 책임자명: 임인숙 (서울대학교, 박사과정)

안녕하십니까? 서울대학교 대학원 과학교육과에 재학 중인 박사과정 연구생 임인숙이라고 합니다. 저는 교육의 목표와 방향성으로서 ‘지혜’ 개념에 관심을 갖고 과학교육에서의 지혜 개념 활용방안을 모색하는 연구를 진행하고 있습니다. 이를 위해 현직 과학교사들의 인식과 함께 과학 외 교과 담당 교사들을 대상으로 ‘지혜’를 어떻게 인식하고 있는지에 대한 암묵적 이론을 조사하고자 합니다. 연구 결과는 앞으로의 ‘지혜’ 개념 연구의 기초 자료로 사용될 것이며 향후 과학교육학의 발전에 큰 도움이 될 것입니다. 여러분은 이 연구에 참여하도록 권유 받았습니다. 이 연구에 대해 몇 가지 궁금할 것으로 예상되는 질문에 대한 아래의 답변을 읽고 연구 참여 의사를 밝혀 주십시오. 아래의 답변 외에도 분명히 이해되지 않는 말이나 정보에 대해서는 구두로 질문하실 수 있습니다.

1. 이 연구를 왜 하나요?

이 연구의 목적은 ‘지혜’ 개념에 대한 현직 과학교사들의 인식과 타 교과 교사들의 인식에 차이가 있는지 살펴보기 위함입니다.

2. 왜 저에게 참여하라고 하나요?

이 설명서를 받은 여러분은 현재 중·고등학교에 재직 중인 교사이기 때문입니다. 귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 하지만 향후 교육학 연구의 발전을 위하여 소중한 시간을 내 주시길 부탁드립니다.

3. 연구 참여 중에 어떤 일을 하게 되나요?

책임 연구자가 만든 설문지에 개인적인 생각을 진솔하게 적는 방식으로 응답하게 됩니다.

4. 참여 시간은 얼마나 됩니까?

10~20분 정도입니다.

5. 이 연구에 참여할 경우 위험한 상황은 발생하지 않나요?

개인 식별정보나 개인신상정보를 수집하지 않으며 설문이 종료된 이후 차후 면담 계획 또한 없습니다. 따라서 질문에 응답하는 시간이 소요되는 것 외에 예상할만한 위험한 상황은 없습니다.

6. 참여 도중 그만두어도 되나요?

참여 도중 그만둘 수 있습니다. 중단 의사를 밝힐 경우 연구자는 그에 대한 어떠한 이유도 묻지 않을 것입니다. 또한 응답이 완료된 뒤에 중단 의사를 밝힐 경우 응답한 자료를 분석 데이터로 사용하지 않고 폐기할 것입니다.

7. 이 연구가 저에게 어떤 도움이 되나요?

귀하가 이 연구에 참여하는데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 귀하가 제공하는 정보는 과학교사들의 지혜 인식에 대한 이해에 도움이 될 것입니다.

8. 이 연구에 참여하면 보상이 있나요?

귀하의 연구 참여 시 감사의 뜻으로 1000원 정도의 작은 기념품이 증정될 것입니다.

9. 추가로 궁금한 점이 생기면 어떻게 하나요?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

▶ 이름 임인숙

▶ 전화번호

만일 어느 때라도 연구 참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리심의위원회에 연락하십시오.

▶ 서울대학교 생명윤리심의위원회(SNUIRE)

▶ 전화번호: 02-880-5153

본 동의서는 관련법에 의거하여 3년간 보관됩니다.

아래 사항을 확인한 후 연구에 참여에 동의하신다면 서명란에 서명해 주십시오.

연구 참여자용 동의서

- ① 나는 이 설명서를 읽었으며 담당 연구원과 이에 대하여 의논하였습니다.
- ② 나는 위험과 이득에 관해 들었으며 나의 질문에 만족할 만한 답변을 얻었습니다.
- ③ 나는 이 연구에 참여하는 것에 자발적으로 동의합니다.
- ④ 나는 이 연구에서 얻어진 나의 개인 정보에 대한 정보를 헌법, 법률과 생명윤리심의위원회 규정이 허용하는 범위 내에서 연구자가 수집하고 처리하는데 동의합니다.
- ⑤ 나는 담당 연구자나 위임 받은 대리인이 연구를 진행하거나 결과 관리를 하는 경우와 보건 당국, 학교 당국 및 서울대학교 생명윤리심의위원회가 실태 조사를 하는 경우에는 비밀로 유지되는 나의 개인 신상 정보를 직접적으로 열람하는 것에 동의합니다.
- ⑥ 나는 언제든지 이 연구의 참여를 철회할 수 있고 이러한 결정이 나에게 어떠한 해도 되지 않을 것이라는 것을 압니다.
- ⑦ 나의 서명은 이 동의서의 사본을 받았다는 것을 뜻하며 연구 참여가 끝날 때까지 사본을 보관하겠습니다.

연구 참여자 성명

서명

날짜 (년/월/일)

동의서 받은 연구원 성명

서명

날짜 (년/월/일)

연구책임자 성명

서명

날짜 (년/월/일)

[부록6] 연구1의 인식조사 설문지 응답 (일부)

‘지혜’ 개념 인식 조사를 위한 설문지

안녕하십니까? 귀중한 시간을 내어주셔서 감사합니다.

이 설문지는 지혜에 대한 여러분의 인식을 알아보기 위해 만들어졌습니다.

여러분의 진솔하고 성실한 답변은 향후 과학교육에서 지혜의 활용 방안을 모색하는 데 큰 도움이 될 것입니다.

본 설문지의 응답 내용은 오직 연구 목적으로만 활용되며 절대로 외부에 공개하거나
영리 목적으로 사용하지 않을 것을 약속드립니다.

모든 문항은 정답이 없으므로 솔직하게, 직관적으로 작성해주시면 됩니다.

그럼 아래의 기초 자료를 작성한 후, 다음 페이지부터 설문에 응해주시기 바랍니다.

[기초 자료 조사]

1. 연령대: 20대() 30대() 40대(✓) 50대 이상()
2. 성별: 남() 여(✓)
3. 전공과목: 생물
4. 교사 경력: 예비교사() 1~5년() 6~10년() 11~15년()
16~20년(✓) 20년 이상()

1. 아래 표는 '지혜' 개념을 나타낸 여러 가지 표현을 문항으로 정리한 것입니다. 각 문항을 읽고 '지혜' 개념을 잘 드러낸다고 생각하는 정도에 따라 '전혀 그렇지 않다', '그렇지 않다', '보통이다', '그렇다', '매우 그렇다' 중에 V표시를 해 주십시오.

	문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	정보를 효과적으로 획득하고 처리한다.	①	②	③	④	✓
2	풍부한 지식을 갖고 있다.	①	②	③	✓	⑤
3	자신이 무엇을 모르는지 알고 있다.	①	②	③	④	✓
4	보편적인 진리를 추구한다.	①	②	③	④	✓
5	무엇이 중요한 문제인지 잘 포착한다.	①	②	③	④	✓
6	갈등이 생겼을 때 협동적 방식으로 해결한다.	①	②	③	④	✓
7	타인의 감정을 직관적으로 이해한다.	①	②	✓	④	⑤
8	사회적으로 용인되지 않는 행동은 하지 않는다.	①	②	③	✓	⑤
9	타인에게 자애와 연민을 느낀다.	①	②	,	✓	⑤
10	개인보다 사회 전체를 우선적으로 고려한다.	①	②	③	✓	⑤
11	현실적인 문제를 이성적으로 처리한다.	①	②	③	✓	⑤
12	풍부하고 다양한 경험을 중요하게 여긴다.	①	②	③	✓	⑤
13	인생의 모순과 불확실성에 능동적으로 대처한다.	①	②	③	④	✓
14	건전하고 실행 가능한 조언을 한다.	①	②	③	④	✓
15	매사에 신중하게 처신한다.	①	②	③	✓	⑤
16	자신이 자연이나 환경과 연결되어있다고 느낀다.	①	②	③	✓	⑤
17	자아 성찰적 수행을 한다.	①	②	③	④	✓
18	정신적 해방의 상태에 있다.	①	②	✓	④	⑤
19	자기 자신을 통제할 수 있다.	①	②	③	④	✓
20	집중력이 좋고 몰입을 잘 한다.	①	②	③	✓	⑤

2. 응답자 주변의 일반인들 중에서 응답자가 생각하기에 '가장 지혜로운 사람'은 누구입니까?
 실명이 아닌 본인과 관계가 적어 주십시오. 예) 중학교 때 담임선생님, 학부 동기 등

5년전과 3년전 같은 학년 담임을 맡았던 사회 문화 선생님.

3. 질문 2에서 답한 사람이 '지혜롭다'고 생각하는 이유는 무엇인지 가능한 자세히 설명해 주십시오. (사건이나 사례, 개인적 관계나 경험 등 무엇이든 이유가 될 수 있습니다)

사회 문화 뿐 아니라 여러 분야에 관심이 많으시고, 한쪽으로 치우친 생각을 하지 않으셔서 학제이나 교사 등극극한 강제가 없습니다.

연배가 있으셔서 경험이 많은 것도 많았지만, '다방문의 많은 책을 읽고 많은 사람의 이야기를 들어주셔서 인제, 아는 것도 많은 뿐 아니라, 적재적소에 맞는 해답을 잘 조언해주심. 그러나 강요하지는 않음.

- 잘못된 부분이 있으면 상대방이 기분 나빠지 않게 그러나 해답은 간결하게 꼭 짚어 이야기 해주시고 경험 많은 선생님을 본거하는 일이 없도록 해주시
- 교무실의 어머니 같은 느낌

■ 마지막 두 문항은 지혜에 대한 여러분의 생각을 묻는 열린 질문입니다.

모범 답안을 작성하는 것이 아닌, 개인적인 생각을 자유롭게 기술해 주시길 부탁드립니다.

4. 본인이 전공한 교과목에 등장하는 핵심 개념들 중에서, '지혜'라는 말을 듣고 떠오르는 개념은 무엇입니까? 그 이유를 함께 기술해 주십시오.

핵심 개념: 피드백

이유: 제자가 원리를 진지하며
피요할 때는 더 많은 견해를 내고, 피요 할 때는
견해를 많들지 않아 생각치 전체를 정확하게 해주는
아정이라 생각함.

5. 학교 교육을 통해 지혜가 길러질 수 있다고 생각하십니까? 의견과 함께 이유를 기술해 주십시오.

길러질 수 있다 (☒) 길러질 수 없다 (☐) 모르겠다 (☐)

이유:

수업을 통한 지식 획득과 더불어 다양한 교내 활동 등을 통해
더불어 살아갈 때 지켜야 할 윤리나 인성적 능력등도
함께 보고 느끼고 배우면서 지혜도 어느정도는
길러질수 있다고 생각함.

- 수고하셨습니다. 성실한 답변에 진심으로 감사드립니다. -

[부록7] 연구2의 IRB 심의 승인 통보서

심의결과 통보서

수신

책임연구자	이름: 임인숙	소속: 사범대학 과학교육과	직위: 박사과정
지원기관	해당없음		

과제정보

승인번호	IRB No. 1805/003-024		
연구과제명	지혜 정향적 과학교육(wisdom-oriented science education)의 가능성과 실천 방안에 대한 다 각적 모색		
연구종류	학술 연구, 학위 논문 연구, 관찰연구, 면담(FGI 포함)		
심의종류	초기심의		
심의일자	2018-05-28		
심의대상	연구계획서(신규), 연구참여자용 동의서 또는 동의서 면제 사유서, 연구책임자 경력 사항, 연 구결과정리양식, 연구참여자 모집 광고, 지도교수 서약서 또는 소속기관장확인서, 생명윤리 준수서약서		
심의결과	승인		
승인일자	2018-05-28	승인유효기간	2019-05-27
정기보고주기	12개월		
심의의견	<ol style="list-style-type: none"> 1. 심의결과 제출하신 연구계획에 대해 승인합니다. 2. 연구자께서는 승인된 문서를 사용하여 연구를 진행하시기 바라며, 만일 연구진행 과정 에서 계획상에 변경사항(연구자 변경, 연구내용 변경 등)이 발생할 경우 본 위원회에 변경 신청을 하여 승인 받은 후 연구를 진행하여 주십시오. 3. 유효기간 내 연구가 끝났을 경우 종료 보고서를 제출하여야 하며, 승인유효기간 이후에도 연구를 계속하고자 할 경우, 2019-04-27까지 지속심의를 받도록 하여 주십시오. 		
검토의견	<p>계획서 검토 의견</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구 수행 시 변동위반이 발생하지 않도록 주의해 주시기 바랍니다. - 반드시 SNUIRB 타공처리된 승인문서 사용하여 연구 수행해 주십시오 <p>동의서 검토 의견</p> <p>기타 검토 의견</p>		

2018년 05월 28일

서울대학교 생명윤리위원회 위원장



[부록8] 연구2의 연구참여자 모집 문건 - 교사

연구 참여자 모집 (교사)

연구 명칭: 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대한 다각적 모색

연구 책임자: 임인숙 (서울대 사범대학 물리교육과 박사과정)

본 연구는 학습자의 삶에 기여할 수 있는 과학교육의 목표로서 '지혜'를 상정하고 '지혜 정향적 과학교육'의 가능성과 실천 방안에 대해 수업 관찰 및 교사 면담을 통해 알아보고자 하는 연구입니다.

귀하는 서울경기권 고등학교에서 근무 중이며 물리 교과를 가르치고 있는 교사이기 때문에 본 모집 문건을 수령하게 되었습니다.

연구 참여에 동의하실 경우, 연구자는 귀하가 수행하는 6차시 동안의 물리교과 수업에 참여하여 귀하의 모습을 관찰, 녹화하게 됩니다. 이후 귀하는 연구자와 함께 수업의 특징과 학습자의 지혜 함양을 위한 물리 수업 개선 방안에 대해 토의하는 개별 면담에 1회 (1시간 이내) 참여하게 됩니다. 면담 내용은 녹음되며 이후 연구 자료로 활용됩니다.

연구 참여 의사가 있는 선생님께서는 아래의 연구 책임자에게 참여 의사를 밝혀주시기 바랍니다. 연락 주신 선생님께는 연구 계획에 대한 자세한 내용과 절차를 충분히 안내해드릴 것이며 연구 설명서를 읽으신 후 연구 참여 여부를 밝혀주시면 됩니다. 이후 서면 동의서를 작성하고 연구에 참여하시게 됩니다. 연구 참여시 감사의 뜻으로 20,000원 정도 되는 작은 기념품이 증정될 것입니다.

많은 참여 부탁드립니다. 감사합니다.

연구 책임자: 임인숙



[부록9] 연구2의 연구참여자 모집 문건 - 학생

연구 참여자 모집 (학생)

연구 명칭: 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대한 다각적 모색

연구 책임자: 임인숙 (서울대 사범대학 물리교육과 박사과정)

본 연구는 학습자의 삶에 기여할 수 있는 과학교육의 목표로서 '지혜'를 상정하고 '지혜 정향적 과학교육'의 가능성과 실천 방안에 대해 학생 소집단 면담을 통해 알아보고자 하는 연구입니다.

여러분은 연구자가 관찰하고 있는 고등학교 물리수업을 수강하는 학생들이기 때문에 본 모집 문건을 수령하게 되었습니다.

연구 참여에 동의할 경우, 연구 참여 의사를 밝힌 학생들(6명 이내)과 함께 연구자가 진행하는 소집단 면담에 참여하게 됩니다(1시간 이내). 모든 면담 내용은 녹음, 전사되어 연구 자료로 활용됩니다.

연구 참여 의사가 있는 학생은 아래의 연구 책임자, 또는 물리 선생님께서 참여 의사를 밝혀 주시기 바랍니다. 참여 의사를 밝힌 학생에게는 연구 계획에 대한 자세한 내용과 절차를 충분히 안내할 것이며 연구 설명서를 법정대리인(부모님)과 함께 읽으신 후 최종적으로 연구 참여 여부를 밝혀주시면 됩니다. 이후 서면 동의서를 작성하고 연구에 참여하게 됩니다. 연구 참여 시 감사의 뜻으로 3,000원 정도 되는 작은 기념품이 증정될 것입니다.

많은 참여 부탁드립니다. 감사합니다.

연구 책임자: 임인숙



[부록10] 연구2의 연구참여자용 동의서 - 교사

IRB No. 1805/003-024

유효기간: 2019년 5월 27일

연구참여자용 설명문 (교사)

연구 과제명 : 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대한 다각적 모색

연구 책임자명 : 임인숙(서울대학교, 박사과정)

이 연구는 학습자의 삶에 기여할 수 있는 과학교육의 목표로서 지혜를 상징하고 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대해 고등학교 물리수업 관찰 및 학생 면담과 교사 면담을 통해 알아보고자 하는 연구입니다. 귀하는 서울경기지역의 고등학교에 근무하면서 물리를 가르치고 있는 교사이기 때문에 이 연구에 참여하도록 권유받았습니다. 이 연구를 수행하는 서울대학교 소속의 책임 연구자(임인숙, 010-9223-3432)가 귀하에게 이 연구에 대해 설명해 줄 것입니다. 이 연구는 자발적으로 참여 의사를 밝히신 분에 한하여 수행 될 것이며, 귀하께서는 참여 의사를 결정하기 전에 본 연구가 왜 수행되는지 그리고 연구의 내용이 무엇과 관련 있는지 이해하는 것이 중요합니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 참여 의사를 밝혀 주시길 바라며, 필요하다면 가족이나 친구들과 의논해 보십시오. 만일 어떠한 질문이 있다면 담당 연구원이 자세하게 설명해 줄 것입니다.

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구의 목적은 고등학교의 물리 수업이 학생의 지혜에 어떤 영향을 미치고 있으며 이를 강화하기 위한 개선 방안이 무엇인지 조사해 보는 것입니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

3개 고등학교의 물리교사 총 3명과 각 학교의 학생들 6명 이내가 연구에 참여하게 됩니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행됩니까?

만일 귀하가 참여의사를 밝혀 주시면 다음과 같은 과정이 진행될 것입니다.

1) 연구자는 귀하가 수행하는 물리교과 수업을 총 6차시에 걸쳐 관찰, 녹화하게 됩니다. 연구자는 수업 시간에 직접 교실 뒤쪽에 앉아 수업을 관찰하며 수업 시작중이 치는 시점부터 종료중이 치는 시점까지 삼각대와 캠코더를 사용하여 수업을 녹화합니다. 교사가 수업을 어떻게 구성하고 진행하는지 보는 것이 분석의 초점이므로 캠코더의 줌(zoom) 기능을 사용하여 교사만 찍히도록 녹화합니다.

2) 이후 귀하는 연구자와 함께 수업의 특징과 학습자의 지혜 향상을 위한 물리 수업 개선 방안에 대해 개별 면담에 참여하게 됩니다. 면담은 차후 연구자와 교사의 협의 하에 시간과 장소를 결정하여 1회 진행되며, 최대 1시간을 넘지 않으며 모든



면담 내용은 연구자의 개인 휴대폰으로 녹음됩니다.

4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

수업 녹화는 총 6회에 걸쳐 참여하게 되며 시험기간 및 수행평가 일정 등을 고려하여 녹화 일정을 조정할 수 있기에 최대 2달에 걸쳐 녹화가 이루어질 것입니다. 개별 면담은 1회에 걸쳐 1시간 내외의 시간이 소요될 것으로 예상합니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 귀하는 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 귀하가 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 담당 연구원이나 연구 책임자에게 즉시 말씀해 주십시오. 그만두는 경우 모아진 자료는 즉시 폐기되고 분석 대상에서 제외됩니다.

6. 부작용이나 위험요소는 없습니까?

귀하가 수업하는 교실에 연구자가 참석하여 관찰하게 되므로 귀하에게 심적 부담이 초래될 수 있습니다. 수업을 녹화하는 동안 연구자의 동석 여부가 수업의 진행에 영향을 미친다고 판단하실 경우, 연구자는 녹화 기기(캠코더 및 삼각대)만 교실 뒷자리에 설치해 두고 육안관찰은 하지 않도록 하였습니다.

면담 과정에서 별다른 생물학적·심리적 부담을 야기하는 상황이 발생하지 않을 것으로 생각되지만, 언급하고 싶지 않은 질문이나 소재에 대해서는 즉시 의사를 밝혀주시면 더 이상 질문하지 않을 것을 약속드립니다.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

귀하가 이 연구에 참여함으로써 얻는 직접적인 이득은 없습니다. 하지만 과학교육이 학습자의 삶에 영향을 줄 수 있는 실천적 방안에 대한 이해의 증진에 기여할 수 있을 것입니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하가 본 연구에 참여하지 않아도 귀하에게는 어떠한 불이익도 없습니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장됩니까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 임인숙()입니다. 본 연구에서 수집되는 개인 정보는 '교수 과목' 과 '교육 경력' 입니다. 이러한 개인 정보는 연



구 책임자에게만 접근이 허락되며, 수집된 자료는 외장메모리에 저장되어 암호화된 방식으로 보관될 것입니다. 동의서는 관련 법령에 따라 3년을 보관한 후 폐기할 예정이며, 연구자료는 서울대학교 연구윤리 지침에 따라 가능한 영구 보관할 예정입니다. 저희는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 이름 및 기타 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 귀하의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터 요원, 점검 요원, 생명윤리위원회는 연구참여자의 개인 정보에 대한 비밀 보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 동의로 간주될 것입니다.

10. 이 연구에 참가하면 사례가 지급됩니까?

귀하의 연구 참여시 감사의 뜻으로 20,000원 정도 되는 작은 기념품이 증정될 것입니다.

11. 연구에 대한 문의는 어떻게 해야 됩니까?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

이름: _____ 임 인 숙 _____

전화번호: _____

만일 어느 때라도 연구참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리위원회에 연락하십시오.

서울대학교 생명윤리위원회 (SNUIRB)

전화번호: 02-880-5153



동 의 서 (교사) (연구참여자 보관용)

연구 과제명 : 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대한 다각적 모색

연구 책임자명 : 임인숙 (서울대학교, 박사과정)

1. 나는 이 설명서를 읽었으며 담당 연구원과 이에 대하여 의논하였습니다.
2. 나는 위험과 이득에 관하여 들었으며 나의 질문에 만족할 만한 답변을 얻었습니다.
3. 나는 이 연구에 참여하는 것에 대하여 자발적으로 동의합니다.
4. 나는 이 연구에서 얻어진 나에 대한 정보를 현행 법률과 생명윤리위원회 규정이 허용하는 범위 내에서 연구자가 수집하고 처리하는 데 동의합니다.
5. 나는 담당 연구자나 위임 받은 대리인이 연구를 진행하거나 결과 관리를 하는 경우와 법률이 규정한 국가 기관 및 서울대학교 생명윤리위원회가 실태 조사를 하는 경우에는 비밀로 유지되는 나의 개인 신상 정보를 확인하는 것에 동의합니다.
6. 나는 언제라도 이 연구의 참여를 철회할 수 있고 이러한 결정이 나에게 어떠한 해도 되지 않을 것이라는 것을 압니다.
7. 나의 서명은 이 동의서의 사본을 받았다는 것을 뜻하며 나와 동의받는 연구원의 서명이 포함된 사본을 연구 참여가 끝날 때까지 보관하겠습니다.
8. 나는 연구를 수행하는 중에 녹음/녹화가 진행되는 것에 동의합니다.
동의함 () 동의하지 않음()
9. 나는 나의 (이름, 소속, 교수 과목)이 수집되는 것을 알고 있으며, 연구에 사용되는 것을 허락합니다.
동의함 () 동의하지 않음()

연구참여자 성명

서 명

날짜 (년/월/일)

동의 받는 연구원 성명

서 명

날짜 (년/월/일)



[부록11] 연구2의 연구참여자용 동의서 - 학생

IRB No. 1805/003-024

유효기간: 2019년 5월 27일

연구참여자용 설명문 (학생)

연구 과제명 : 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대한 다각적 모색

연구 책임자명 : 임인숙(서울대학교, 박사과정)

이 연구는 학습자의 삶에 기여할 수 있는 과학교육의 목표로서 지혜를 상징하고 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대해 고등학교 물리수업 관찰 및 학생 면담과 교사 면담을 통해 알아보고자 하는 연구입니다. 귀하는 서울경기지역의 고등학교에 다니면서 물리를 배우고 있는 학생이기 때문에 이 연구에 참여하도록 권유 받았습니다. 이 연구를 수행하는 서울대학교 소속의 책임 연구자(임인숙, 010-9223-3432)가 귀하에게 이 연구에 대해 설명해 줄 것입니다. 이 연구는 자발적으로 참여 의사를 밝히신 분에 한하여 수행 될 것이며, 귀하께서는 참여 의사를 결정하기 전에 본 연구가 왜 수행되는지 그리고 연구의 내용이 무엇과 관련 있는지 이해하는 것이 중요합니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 참여 의사를 밝혀 주시길 바라며, 필요하다면 가족이나 친구들과 의논해 보십시오. 만일 어떠한 질문이 있다면 담당 연구원이 자세하게 설명해 줄 것입니다.

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구의 목적은 고등학교의 물리 수업이 학생의 지혜에 어떤 영향을 미치고 있으며 이를 강화하기 위한 개선 방안이 무엇인지 조사해 보는 것입니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

3개 고등학교의 물리교사 총 3명과 각 학교의 학생들 6명 이내가 연구에 참여하게 됩니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행됩니까?

만일 귀하가 참여의사를 밝혀 주시면 다음과 같은 과정이 진행될 것입니다.

연구 참여에 동의한 다른 학생들(6명 이내)과 함께 연구자와의 소집단 면담에 참여하게 됩니다. 면담 장소는 학교 내의 독립된 공간에서 실시하며 교사의 동행 없이 연구책임자의 진행 하에 이루어집니다. 면담 시간은 참여의사를 밝힌 학생들과 협의 하에 결정하며 수업이나 자율학습 등에 지장을 주지 않는 시간으로 결정할 것입니다. 면담의 주제는 학교 물리 수업에 대한 여러분의 생각과 의견에 관한 것입니다. 면담은 녹음, 전사되며 차후 연구를 위한 분석 자료로 사용됩니다.

4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?



면담은 1회에 걸쳐 1시간 이내로 수행됩니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 귀하는 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 귀하가 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 담당 연구원이나 연구 책임자에게 즉시 말씀해 주십시오. 그만두는 경우 모아진 자료는 즉시 폐기되고 분석 대상에서 제외됩니다.

6. 부작용이나 위험요소는 있습니까?

면담 과정에서 별다른 생물학적·심리적 부담을 야기하는 상황이 발생하지 않을 것으로 생각됩니다만, 언급하고 싶지 않은 질문이나 소재에 대해서는 즉시 의사를 밝혀주시면 더 이상 질문하지 않을 것을 약속드립니다.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

귀하가 이 연구에 참여함으로써 얻는 직접적인 이득은 없습니다. 하지만 과학교육이 학습자의 삶에 영향을 줄 수 있는 실천적 방안에 대한 이해의 증진에 기여하실 수 있을 것입니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하가 본 연구에 참여하지 않아도 귀하에게는 어떠한 불이익도 없습니다. 면담 녹음 자료는 연구 참여자만 접근할 수 있으며 면담 내용은 가명으로 전사됩니다. 면담은 비공개로 진행되며 물리 선생님을 비롯한 모든 선생님에게 면담 내용이 전달되지 않습니다. 연구 참여 여부가 귀하의 성적이나 평가에 영향을 주지 않을 것임을 약속드립니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장됩니까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 임인숙 [REDACTED]입니다. 본 연구에서 수집되는 개인정보는 '학년'과 '성별'입니다. 이러한 개인정보는 연구 책임자에게만 접근이 허락되며, 수집된 자료는 외장메모리에 저장되어 암호화된 방식으로 보관될 것입니다. 동의서는 관련 법령에 따라 3년을 보관한 후 폐기할 예정이며, 연구자료의 경우는 서울대학교 연구윤리 지침에 따라 가능한 영구 보관할 예정입니다. 저희는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 이름 및 기타 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 귀



IRB No. 1805/003-024

유효기간: 2019년 5월 27일

하의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터 요원, 점검 요원, 생명윤리위원회는 연구참여자의 개인 정보에 대한 비밀 보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 동의로 간주될 것입니다.

10. 이 연구에 참가하면 사례가 지급될니까?

귀하의 연구 참여시 감사의 뜻으로 3000원 정도 되는 작은 기념품이 증정될 것입니다.

11. 연구에 대한 문의는 어떻게 해야 됩니까?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

이름: _____ 임 인 숙 _____

전화번호:



만일 어느 때라도 연구참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리위원회에 연락하십시오.

서울대학교 생명윤리위원회 (SNUIRB)

전화번호: 02-880-5153



동 의 서 (학생) (연구참여자 보관용)

연구 과제명 : 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대한 다각적 모색

연구 책임자명 : 임인숙 (서울대학교, 박사과정)

1. 나는 이 설명서를 읽었으며 담당 연구원과 이에 대하여 의논하였습니다.
2. 나는 위험과 이득에 관하여 들었으며 나의 질문에 만족할 만한 답변을 얻었습니다.
3. 나는 이 연구에 참여하는 것에 대하여 자발적으로 동의합니다.
4. 나는 이 연구에서 얻어진 나에 대한 정보를 현행 법률과 생명윤리위원회 규정이 허용하는 범위 내에서 연구자가 수집하고 처리하는 데 동의합니다.
5. 나는 담당 연구자나 위임 받은 대리인이 연구를 진행하거나 결과 관리를 하는 경우와 법률이 규정한 국가 기관 및 서울대학교 생명윤리위원회가 실태 조사를 하는 경우에는 비밀로 유지되는 나의 개인 신상 정보를 확인하는 것에 동의합니다.
6. 나는 언제라도 이 연구의 참여를 철회할 수 있고 이러한 결정이 나에게 어떠한 해도 되지 않을 것이라는 것을 압니다.
7. 나의 서명은 이 동의서의 사본을 받았다는 것을 뜻하며 나와 동의하는 연구원의 서명이 포함된 사본을 연구 참여가 끝날 때까지 보관하겠습니다.
8. 나는 연구를 수행하는 중에 녹음이 진행되는 것에 동의합니다.
동의함 () 동의하지 않음()
9. 나는 나의 (이름, 소속, 교수 과목)이 수집되는 것을 알고 있으며, 연구에 사용되는 것을 허락합니다.
동의함 () 동의하지 않음()

연구참여자 성명

서 명

날짜 (년/월/일)

법정 대리인 성명(참여자과 관계)

서 명

날짜 (년/월/일)

동의 받는 연구원 성명

서 명

날짜 (년/월/일)



[부록12] 연구2의 연구참여자용 설명서 - 학부모

IRB No. 1805/003-024

유효기간: 2019년 5월 27일

연구 설명문 (법정대리인용)

연구 과제명 : 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대한 다각적 모색

연구 책임자명 : 임인숙(서울대학교, 박사과정)

이 연구는 학습자의 삶에 기여할 수 있는 과학교육의 목표로서 지혜를 상징하고 지혜 정향적 과학교육의 가능성과 실천 방안에 대해 고등학교 물리수업 관찰 및 학생 면담과 교사 면담을 통해 알아보고자 하는 연구입니다. 귀하는 서울·경기지역의 고등학교에 다니면서 물리를 배우고 있는 학생의 법정대리인으로서 본 연구 설명문을 받게 되었습니다. 이 연구에는 학생 소집단 면담 과정이 포함됩니다. 귀하의 자녀는 본 연구의 학생 소집단 면담 과정에 자발적으로 참여할 의사를 밝혀주었습니다. 귀하의 자녀는 고등학생으로서 미성년자이기에 연구에 참여하게 될 경우 법정대리인인 귀하의 동의가 반드시 필요합니다. 따라서 귀하의 자녀가 이 연구에 참여할 경우 어떤 과정을 겪게 되는지, 이 연구는 왜 수행되는지 그리고 연구의 내용이 무엇과 관련 있는지를 이해하는 것이 중요합니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 귀하의 자녀가 연구에 참여하는 데 동의하실지 여부를 판단해 주시기 바랍니다. 귀하의 자녀가 연구에 참여하는 데 동의하신다면 ‘동의서(학생) (연구참여자 보관용)’ 과 ‘동의서(학생) (연구자 보관용)’ 의 하단에 있는 ‘법정대리인성명’ 란에 성함과 서명을 기입해 주시고 서명 날짜를 적어주시기 바랍니다.

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구의 목적은 고등학교의 물리 수업이 학생의 지혜에 어떤 영향을 미치고 있으며 이를 강화하기 위한 개선 방안이 무엇인지 조사해 보는 것입니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

3개 고등학교의 물리교사 총 3명과 각 학교의 학생들 6명 이내가 연구에 참여하게 됩니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행될까요?

만일 귀하의 자녀가 연구에 참여하게 되면 다음과 같은 과정이 진행될 것입니다.

1) 연구 참여에 동의한 다른 학생들(6명 이내)과 함께 연구자와의 소집단 면담에 참여하게 됩니다. 면담의 주제는 학교 물리 수업에 대한 여러분의 생각과 의견에 관한 것입니다. 면담은 녹음, 전사되며 차후 연구를 위한 분석 자료로 사용됩니다.



4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

면담은 1회에 걸쳐 1시간 이내로 수행됩니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 연구에 참여하는 학생은 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 귀하의 자녀가 연구에 참여하는 것을 중지시키고 싶다면 담당 연구원이나 연구 책임자에게 즉시 말씀해 주십시오. 그만두는 경우 모아진 자료는 즉시 폐기되고 분석 대상에서 제외됩니다.

6. 부작용이나 위험요소는 있습니까?

면담 과정에서 별다른 생물학적·심리적 부담을 야기하는 상황이 발생하지 않을 것으로 생각되지만, 연구 참여자가 언급하고 싶지 않은 질문이나 소재에 대해서는 답변을 요구하지 않을 것을 약속드립니다.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

귀하의 자녀가 이 연구에 참여함으로써 얻는 직접적인 이득은 없습니다. 하지만 과학교육이 학습자의 삶에 영향을 줄 수 있는 실천적 방안에 대한 이해의 증진에 기여하실 수 있을 것입니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

귀하의 자녀는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하의 자녀가 본 연구에 참여하지 않더라도 어떠한 불이익도 없을 것입니다. 면담 녹음 자료는 연구 참여자만 접근할 수 있으며 면담 내용은 가명으로 전사됩니다. 면담은 비공개로 진행되며 물리 선생님을 비롯한 모든 선생님에게 면담 내용이 전달되지 않습니다. 연구 참여 여부가 귀하의 자녀의 의 성적이나 평가에 영향을 주지 않을 것임을 약속드립니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장됩니까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 임인숙()입니다. 본 연구에서 수집되는 개인정보는 (이름, 소속학교, 학년, 반)입니다. 이러한 개인정보는 연구 책임자에게만 접근이 허락되며, 수집된 자료는 외장메모리에 저장되어 암호화된 방식으로 보관될 것입니다. 동의서는 관련 법령에 따라 3년을 보관한 후 폐기할 예정이며, 연구자료의 경우는 서울대학교 연구윤리 지침에 따라 가능한 영구 보관할



예정입니다. 저희는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 이름 및 기타 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구 하면 귀하의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터 요원, 점검 요원, 생명윤리위원회는 연구참여자의 개인 정보에 대한 비밀 보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 동의로 간주될 것입니다.

10. 이 연구에 참가하면 사례가 지급될니까?

귀하의 자녀가 연구에 참여하게 될 경우 감사의 뜻으로 3000원 정도 되는 작은 기념품이 증정될 것입니다.

11. 연구에 대한 문의는 어떻게 해야 됩니까?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

이름: _____ 임 인 숙 _____

전화번호: _____

만일 어느 때라도 연구참여자로서 귀하의 자녀의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리위원회에 연락하십시오.

서울대학교 생명윤리위원회 (SNUIRB)

전화번호: 02-880-5153



[부록13] 연구2의 수업 전사본 (일부)

B일반고등학교 L교사의 물리 수업, 주제: 전류와 자기장

(수업 중 올린 후 4분 20초 경과 후 모든 학생들이 착석)

T: 자 그러면 지금부터, 지난 시간에 이어서 전류와 자기장 공부해보도록 하자. 자 이거, 도 대체 이 주인은 왜 안 가져가시냐?

S: 그거 주인 없다는데요. 그거 제가 가지려고요

T: 그럼 내가 가질게. 자, 지난 시간에 배웠던 거 살짝, 복습해보자. 전류가 흐르는 거를, 전류가 흐르는 도선 주변에 자기장이 발생한다. 자 이거 발견한사람이 누구라고?

Ss: 외르스테드

T: 어, 외르스테드야. 애들아, 우리만큼은 외르스테드 기억해주자고 아무도 기억해주지 않지만, 자, 그럼 이거를 실제로 법칙으로 만든 사람이 누구?

Ss: 앙페르~

T: 자 그렇지 앙페르였지. 자 이 앙페르가 이걸 법칙을 다 만들어서 너희들 지금 다 고등학교 교과서에서 아주 쉽게 풀 수 있도록 만들어 준 건데, 자 우리는 이 앙페르 법칙을 전부다 공부할 순 없기 때문에 뭐한다? 몇 가지만 외운다?

Ss: 세 가지~

T: 세 가지 경우만 외운다- 라고 했었잖아. 첫번째 경우가 뭐다. 이렇게 무한하게 긴 직선 도선에 전류가 흐를 때 우리가 제일 첫번째 경우라고 그랬고, 예를 들어 자기장은 어떻게 생긴다.

S: 빙글빙글

T: (손가락 다섯 개를 활짝 펴며) 무슨 방향~?

S: 폐곡선

T: 당연히 폐곡선. 그렇지. 손가락. 오른 나사 법칙. 이 얘기 엄청나게 하지 않았냐 지난 시간에?

S: 아는데 말을 못하겠어요.

T: 아, 말을. 알았어, 알았어. 자 말을 못할 뿐이고. 전류가 흐르는 부분에 오른 손가락 딱 대고 나머지 감아쥐는 방향으로 뭐가 생기더라? 자기장이 생기는데, 이 때 여기서부터. 도선으로부터 수직한 방향으로 r만큼 떨어진 지점에서 자기장의 세기를 구하면 이 B는 얼마다. 반지름에 반비례하고, 전류의 세기에 비례한다. 당연히 여기에 뭐가 등장해야 돼?

S: 비례상수

T: 비례상수 k 등장해야지.(한 학생을 쳐다보며) 야 너 왜이렇게 오늘 기분이 좋아 보이냐?

S: 저요? (학생들 모두 장난스럽게 웃는 분위기)

T: 어, 알았어. 자 그래서, $B=k(I/r)$ 로 표시가 된다 그랬고, 그래서 이렇게해서 직접 구할 수 있고 방향은 오른나사 법칙으로 구할 수 있다. 자 이거에 대해서 얘기했고 자 근데 실제 문제는 뭐가 나온다고 그랬어? 이렇게 하나만 안 나오고? 얘기 안했냐?

S: 두 개 이상

T: 하나만 나오는 걸로 하자고? 아냐아냐 이걸 해야지. 몇 개 이상?

Ss: 두 개

T: 두 개 이상 나오고, 나올 때 이렇게 일렬로 나오는 경우, 십자로 나오는 경우 있다고 그

랬지 애들아?

Ss: 네~~~

T: 이렇게 나올 때 어렵지 않다 그랬어. 왜, 여기서 r만큼 떨어지고 여기서 r만큼 떨어진 이 위치라면, 똑같이 전류 I가 흐른다면 자 이 내가 선택한 A지점에서 자기장의 세기는 얼마라고 그랬지?

Ss: 0 (숫자 0)

T: 들어가는 거, 나오는 거 세기가 같기 때문에 0이다. 아주 쉽게 구할 수 있었지. 그리고 애들이 여겼는 거. 만약에 여기 이 방향으로 I, 아래 방향으로 I이렇게 흐른다. 자 이 가운데에서 자기장의 방향은 어디다? 들어가고, 여기서도 들어가고, 그래서 어떻게 된다 여기는? 들어가는 방향으로 자기장이 생긴다. 기억나지? 이렇게 문제 나온다고. 어렵니? 안 어렵잖아. 쉽게 쉽게 내. 자, 이번시간은 세 가지 중에 오늘 두 가지만 하고 끝낼게. 더이상 안할게. 약속한다. 딱, 자 봐. 하나 둘 셋 넷.

S: 네??

T: 신기하지? 내용은 하나도 없는데. 자 그래서 그 네 가지 페이지 한 번 봐보자. 제일 첫 번째, 뭐다 뭐? 원형 전류에 의한 자기장에 대해서 해보자. 자 원형 전류는 자기장 B를 어떻게 유도하는가에 대한 거야. 자 원형 전류라고 해서 어려울 거 하나도 없어. 이렇게 길게 늘어져 있던 도선을 어떻게 만들었을 뿐이다? 원을 이렇게 동그랗게 만들었을 뿐이다. 자 그럼 전류는, 두 방향 중에 한 방향으로 흘러줘. 이 쪽으로 흘러주거나, 왼쪽으로 흘러주거나. 왼쪽에서 전류가 흐르면, 어느 방향으로 도선이 흘러? 시계방향. 반시계 방향? 아니야 전류. 전류 이렇게 흐르고, 전류가 시계방향으로 흐르는 경우부터 살펴 보도록 하자. 자 전류가 시계방향으로 흐르면, 자기장의 방향은 어떻게 구하나. 제일 처음에, 항상 얘기하지 방향과 세기부터 구하라고. 방향? 오른나사. 오른나사에서 전류가 이렇게 흘러가니까, 여기다 그대로 대면. 자 어느 쪽으로 된다 여기.

Ss: X, X (엑스)

T: 들어가는 방향으로 자기장 B가 형성이 된다. 자 이거는 어디다 대도 상관이 없어. 자 여기서 전류 I가 이쪽으로 흐르잖아. 여기다 그대로 대도 어떻게 돼?

S: 들어가요

T: 들어가는데, 조금 더 쉽게. 여기서 하면 막 이렇게 꼬이고 그러잖아. 좀더 쉽게 하는 방법, 이렇게 적용해도 상관없어. 전류가 이렇게 돌아 들어가지. 이거를 그냥 전류로 보고, 이렇게 돌려, 이렇게 감으면 이 때 엄지손가락의 방향이 뭐가 된다? 자기장.

Ss: 오오~

T: 이렇게 하란 말야. 어려운 거 없잖아. 물론 가끔 토라이 같은 애들이 하나 있어요. 선생님, 저는 엄청나게 유연해요. 손가락을 이렇게도 구부릴 수 있어요. 막 이렇게 하고, 어, 재 된다. 혼자 이렇게 해. 알았지? 자 애들아 여기- 어떻게 표시를 하든간에 이런 결과 값 나오니까, 이거 해주고. 자 그래서 방향은 역시 오른나사로 그대로 쓸 수 있단 말야 여기. 그대로 오른 나사 적용된다. 그런데 중요한건 이거 말고 뭐야? 방향 구했으니까 뭐, 세기. 세기는 어떻게 구하나. 잠깐 실험 살짝 살펴볼게. 여기보면 이쪽 한쪽 방향 오른나사 적용되서 이렇게 이렇게 들어오고 있는 거 보이지. 자 이렇게 들어오고 있는 거 보이지. 자기장의 세기가, 지금 봐봐, 자기장이 위치마다 어때. 다? 자기장이 위치마다 자기력선의 밀도가. 다? 달라. 이게 핵심이야. 여기서, 지가 어떤 위치냐에 따라 다 달라 단 말야. 즉, 구하기가 되게 힘들다. 그런데, 정말 쉽게 구해지는 부분이 있어. ...

[부록14] 연구2의 교사 면담 전사본 (일부)

A과학교등학교 P교사 면담

R: 현재 학교의 특성은 어떤가요?

T(P): 과학이라고 하면 여기는 과학고기 때문에 흥미 수준을 말하기가 어렵구요, 왜냐면 입학 할 때부터 물화생지로 구분되어 있어서 자기 흥미가 뭐다 라는 걸 알고 들어온 애들이 대다수기 때문에, 입학해서 바뀌는 애들이 있긴 하지만 바뀌더라도 특정 과목이 자기 전공이다 라고 생각하는 애들이 대다수라서 그냥 과학에 대한 흥미라고 하면, 전반적으로 일반 고등학교에 비해서는 높겠지만... 이전에 재직했던 일반고에 비해서는 확실히 높죠. 이전 학교는 일반학교 중에서도 굉장히 공부를 못하는 학교였기 때문에 실업계보다도 낮은 학교라고....그런 학교라서 상대적으로 비교하면 엄청 높긴 하죠.

R: B일반고는 문제 풀이에 대한 흥미가 높고 자사고 수준이고 과학쪽 소문이 나서 많이 오고, 그래서 과학자로서의 어떤 흥미? 탐구나 깊게 이해하는 걸 좋아하기보다는 과학점수를 잘 받고 싶다는...

T(P): 약간 비슷한 의미로 여기도 그럴 수도 있겠다는 생각이 들어서 약간 주저한건데요, 물론 당연히 과학에 대한 흥미가 일반 애들보다 높다고 생각하고 탐구에 대한 것도 해야 된다고 생각을 하지만, 갈수록, 이라고 하기엔 4년째밖에 안되니까 애매하긴 하지만 조금 더 해야만 하는 과목이고 학점을 잘 받아야 하는 과목, 이라는 생각도 많이 하는 것 같아요. (자발적인 그런...) 그런 것도 있죠. 모두가 그렇다고 말할 수는 없는 거죠. 왜냐면 일반 과학고니까 기본적으로 선생님들이 기대하는 기대치가 있는데 그런것보다는 좀더 잘 해서 학점을 잘 받아야 되는 과목이라고 생각을 하고, 물리를 많이 듣는데 물리가 좋아서 재밌어서 듣는다고보다는 물리는 해야 하나 라고 생각을 하는 애들이 많고, 물론 좋아하는 애들도 있지만.

R: 입시 압박은 별로 없는 편인가요?

T(P): 입시 압박 있죠. 입시가 고등학교 수준에서 나오기 때문에

R: 개념이해를 그렇게 막 잘해야되나요?

T(P): 이런 기대가 있는 거죠. 이걸 이만큼 하면 애들이 고등학교 입시에 관련된 문제는 다 풀 수 있다.라는 거고 3학년 때 입시를 준비해주는 과목도 사실은 있으니.

R: 두번째 수업에서 로렌츠 변환을 했잖아요, 그거는 몰라도 입시에는...?

T(P): 상관이 없어요. 근데 입시를 생각하고 그걸 짜진 않아요. 저 뿐 아니라 전반적으로, 입시를 1,2학년 때 생각하지는 않아요. 1,2학년 때는 그냥 애들이 잘 이해할 수 있게 해주는 거고 입시는 기본적으로 애들이 알아서 준비하는 것인데 대부분 학원을 많이 가고 할 거니까 그걸 냅둘 수는 없으니 면접준비를 해주고 다시한번 복습을 해주고 이런 형태로 준비를 해주는 거지, 2학년 때까지는 수업에 일반물리를 가르칠 때 입시를 생각해서 이정도까지 나올 거니까 이만큼만 가르쳐야지 이런 건 없죠.

R: 교사가 자율적으로 판단해서 뭘 가르칠지, 어느 정도 어떻게 가르칠지 이런 자율성은 많이 보장이 되는 거죠?

T(P): 그렇죠. 왜냐하면 선행학습 금지법에 저촉되지 않는 학교니까.

R: 과학을 많이 가르쳐보고, 배운 경험도 많은데 그러면서 얻게 된 '아 과학을 하면서 이런 걸 좀 깨닫게 됐다.' 라고 할만한 게 있는지.

T(P): 깨닫게 된 거? 내가 스스로 '아 그래, 아' 하는 것처럼 느꼈던 적은 사실 없는 것 같고, 그래도 생각해보면, 어쨌든 모든 일에 맥락이 있다는 거. 이유가 있고? 과학사 때문

에 더 그랬을 수도 있는 것 같고, 엄청난 사람이, 엄청난 과학자가 한번에 뭔가를 딱 한 것 같지만 사실은 알고보면 그러지 않은 경우가 대부분이고, 엄청난 발견이라고 하는 것도 대부분 우연히 발견한 것들도 있고, 우리가 사용하고 있는 모든 물건이나 기타 등등 적용된 것들이 어쨌든 사연이 있는 거지, 이유가 있고 배경이 있고 맥락이 있고, 단순히 이런 거지, 이 화로 모양은 왜 이렇게 생겼지? 뭔가 당연히 이유가 있을 거고, 이렇게 만들어질 수밖에 없었던, 그게 역사적인 맥락이든 과학적인 이유가 있든지 간에 발명에 뭐가 있던 간에, '왜'라는 질문을 더 많이 던지게 되는 것 같긴 해요. 왜 그럴까.

R: 그런 사람들은 원래 그런 성향이 있어서 과학을 하는 건 아닐까요?

T(P): 나는 처음에 타고난 성향이 있을 수 있겠지만 그게 더 심화될 수는 있다고 생각해요. 왜냐면 내가 과학고에 근무하지 않았으면 또는 이런 애들을 데리고 무언가 연구를 하지 않았으면 계속 '왜그러지?'라는 생각을 안했을 것 같아요. 왜냐면 이걸 수업을 하기 때 문이 아니라 연구 지도를 하기 때문에 더 그럴 수도 있는데 연구지도를 하려면 어쨌든 주제가 있어야 되고, 애들이 주제를 찾아오면 물론 땡큐지만 그러지 못하는 경우가 되게 많고 그러지 못할 때 어쨌든 지도를 해야되는데 '이걸 찾아봐', '어디에 뭔가를 생각해 봐' 이런 걸 얘기하려면 나도 항상 그런 눈으로 뭔가를 바라보고 있어야 신기한 것들이 생기고 애들한테도 그런 경험을 말해줄 수 있는 거죠. 더더욱, 그건 공부가, 공부는 아닌 것 같아요. 이론적인 공부를 해서 내가 그렇게 생각이 바뀌었다는 것 같지는 않고, 연구 지도를 했기 때문인 거죠. 수업이 아니라.

R: 수업에서 배우는것도 당연히 있겠지만 연구지도가 특별히 있다는 거네요?

T(P): 영향이 더 크게?

R: '이론을 세우고 실험을 하면 이렇게 되겠지-' 발언에 대해서, 이 얘기를 한 의도가...?

T(P): 그 때 발견했을 때 역사적 상황이 이랬었으니까, 다들 믿고 있었고, 내가 이론을 확신 하고 있었으니까 실험을 했는데, 왜냐면 그 때는 이론 확인 실험이었으니까요. 그 실험 이, 그니까 그 사람이 느꼈을 것 같아. 이걸 마이켈슨-몰리에서 얘기했던 것 같은데, 마 이켈슨-몰리가 실험을 하면서 그들이 느꼈었을 과정 같은 걸 애들한테 소개를 해주면 그 사람이 느꼈던 걸 애네들도 납득해야되니까요.

R: '결과가 예상과 다를 때는 과정의 정확성을 살펴본다.' 에 대한 생각은?

T(P): 그런 걸 의도한 것 같진 않아요. 그냥 그 사람이 했던 과정을 설명해준 것 같아.

R: 그걸 설명해주는 건 어떤 면에서 중요한 거예요?

T(P): 음... 여기에와서 많이 그렇게 바뀌었다는 생각이 드는데 보통 애들은 일반고나 중학 교 때 설명했을 때에는 일단 결과가 중요한 거죠, 그래서 애들한테 일단 그래, 라고 얘 기를 해도 다 그냥 '그렇구나', ' 쌤이 그렇다는데' 이렇게 받아들이는다면 여기 애들은, '결 과가 이래' 라고 설명을 해주면 '왜요?'라고 물어봐요. 왜 결과가 그렇게 나왔어요? 라는 가 왜 그 사람들은 이론이 틀렸다고 생각하면 되는데 왜 실험을 끊임없이 반복하고 왜 그러는 거예요? 그냥 바꾸면 되는데? 이런 식의 예를 들면 질문들을 워낙 많이 하니까 자연스럽게 수업을 구성할 때에도 왜 그랬는지를 설명하고 싶어지고 그게 더 이해를 잘 할 거라고 잘 받아들이기 쉽거나 그 내용을 이해하기 편하고 설명하기 쉬운 방법 중에 하나라는 생각이 들고, 근데 처음부터 다 설명해주면 재미가 없으니까 흥미를 이끌어내 기 위해서 특이한 경우에는 결과부터 얘기해주고, 그러면 '어, 그건 왜 그래요?'라고 했 을 때 이제 설명을 해주는 거죠.

[부록15] 연구2의 학생 면담 전사본 (일부)

C특성화고등학교 C1, C2 학생 면담

(라포 형성을 위한 대화 5분 후)

C2: 근데 물리가 정확히 무슨 정의예요? 무슨 뜻이에요? 뭘 배우는 거예요?

R: 물리가? 지금 학교에서 물리 시간에 배우고 있는 것들

C2: 뉴턴 배우고 막 그런 거예요?

R: 그렇죠. 힘 배우고 일 배우고 전기, 자기력..

C2: 지구과학은 지구를 탐방하는 건가요?

R: 타, 탐구? 그쵸. 중학교 때 배웠던 암석이라든가, 달의 모양이 바뀌는 거 있잖아요. 천체, 그런 것들.

C1: 화학이 그거죠 막, 원소기호들 막

R: 그렇죠. CO₂, H₂O 나오는 거.

C1: 중학교 때 노래 부르면서 외웠는데

R: 고등학교 와서는 할 일 없었어요, 화학은? 고1때도 화학은 없었어요?

C1: 화학 없었어요. 근데 화학이 필요한 게, 끝말잇기 할 때 무조건 이겨요.

C2: 다했어요.

R: 최근에 역학적 에너지 보존 법칙 배운 거 기억나요?

C2: 아니오

R: 아, 첫 시간엔 잤었구나. 실험할 때, 왜 쇠구를 떨어뜨리면서, 그게 역에보 법칙 확인하는 실험이었는데, 그 때 중요했던 게 마찰력이라 공기저항이 있으면 역학적 에너지는 보존이 안 됐어요.

C2: 아 그래요?

R: 마찰력과 공기저항이 없어야만 역학적에너지가 보존된다는 걸 배웠거든요. 그걸 왜 배우는 것 같아요? 그걸 배워서 도움이 돼요? 아주 솔직히.

C2: 솔직히 살면서 그렇게 큰 도움이 될 거라곤 생각하지 않습니다.

R: 그런데 실험할 때랑 보면 굉장히 적극적으로 참여하고 막 그렇게 하잖아요. 물리 수업을 통해서 뭘 얻고 싶어서 그렇게 하는 거예요?

C2: 시험 성적을 얻고 싶어서... ㅋㅋ그렇기보다는 약간 수업이니까 들어야 된다는 약간...

R: 모든 수업에 그렇게 열심히 들어요?

C2: 아뇨 그건 아닌데, 우선 선생님이 되게 잘 가르쳐 주세요.

R: 이해가 잘 되게? 아니면

C2: 이해가 잘 되고 그리고 약간 집중이 잘 되게 많이 해주십니다. 제가 졸려서 돌아가실 때 아니면.

R: 아, 너무 졸릴 때 아니면, 그렇구나. 그 실험할 때 쇠구를 떨어뜨리는 거 10번 했잖아요. 그거 왜 10번이나 시켰는지 알고 있어요?

C2: 다 기록이 다르니까.. 평균을 맞추기 위해서

R: 근데 똑같은 걸 계속 반복하면 원래 똑같은 값이 나와야 되잖아요.

C2: 그건 아니지 않을까요?

R: 왜 아니라고 생각해요?

C2: 당연히 할 때마다 다 다르다고 생각하는데. 왜냐면 제가 또 어떻게 놓느냐랑 개가 얼마

나 더 많이 떨어지거나 공기 마찰이라고 하니까 공기가 어떻게 변하냐에 따라도 있지 않을까 라고 생각을 조금 합니다.

R: 그러면 평균값을 구해서 했던 거 생각 나죠? 10번 정도 해서 평균값을 구해서 계산했던 거 생각나요?

C2: 한 건 조금 기억나요.

R: 물리 과목 시간에 실험하면서 적극적으로 참여하는 걸 제가 봐가지고 그렇게 여러가지 실험을 해보면서 과학지식 말고 좀 깨닫게 되는 거라든가 얻게 되는 스킬?이라든가 지식 말고 배우는 게 있어요?

C2: 지식 말고요? 물리에 수학이 많이 들어가니까 수학에도 조금더 능동되는 것 같고.

R: 수학도 좀 같이 배우는 것 같고?

C2: 근데 아무래도 다른 걸 하면서 무언가를 이런 비슷한 할 일은 딱히 없겠지만, 정말 만약에 극소수의 일에 할 때가 있다면은, 아무래도 제가 기억을 조금이라도 하면 좀더 도움이 되지 않을까.

R: 어떤, 그럼 아까 저기 저한테 써준거에서, 의사소통이랑 의사결정 문제해결 이런 거는 잘 길러질 수 있는 편이라고 본 것 같아요. 혹시 이유를 말해줄 수 있어요? 의사소통은 물리 수업 들어서 어떻게.. 길러져요?

C2: 저 혼자 실험한다고 되는 게 아니잖아요. 그리고 제가 문제가 만약에 틀렸을 수도 있고. 그런 걸 사람들이랑 얘기를 하면서 풀어나가는 거니까.

R: 진짜 딱 그렇게 하는 모습을 봐가지고, 좋았어요. 왜냐면 같이 실험을 하면서 역학분담도 하면서 서로 답을 체크를 해주는 기능도 하면서 굉장히 협업이 잘 되었다고 생각을 했거든요. 그 다음 C1학생한테 물어볼게요.

(일부 생략)

C1학생 역학적 에너지 보존 법칙 왜 배웠어요?

C1: 유식해보이려고.

R: 써먹을 일이 없는데 배우는 이유는? 유식해보이려고 외에는 없어요?

C1: 지식을 풍부하게 여러가지 방면에서 아는 게 많으면 좋잖아요?

R: 어떤점이 좋을 것 같은지 생각해본적은 있어요?

C1: 두뇌를 켜지 않을 수 있어요.

R: 지능이 조금 좋아진다는? 지적으로 조금 풍부해진다는?

C1: 네

R: 아까 C2한테도 했던 질문인데 실험이나 이런 거 해보면서 지식 말고 배우는 게 있다고 하면?

C1: 음~ 친구들과의 우정이 돈독해진다?

R: 근데 우정은 과학 말고도 할 때가 많죠. 근데 과학에서 과학수업을 들으니까 특히 물리 수업을 들으니까 얻게 되는 것.

C1: 행동력이 늘어난다?

R: 어떤 면에서요?

C1: 저희조에서만 그런건지 모르겠는데 안 하려는 애들이 좀 많았어요.

R: 실험에 잘 참여 안한다는?

C1: 그래서 제가 거의 주도를 하고 너는 이거 하라면서 지시를 딱딱 내려줬는데, 그런 면에서 행동력이 늘어난 것 같아요.

ABSTRACT

Exploring the Possibility of Science Education for Wisdom: Based on How Science Teachers Perceive It and What Are Taught in Physics Classes

Insook Lim

Physics Education Major

Department of Science Education

The Graduate School

Seoul National University

Wisdom has, for long time, been regarded as an ultimate virtue of human, and sometimes suggested as the primary goal of education. In science education, however, wisdom has been rarely addressed as an important topic. The reason could be found in both wisdom's characters which are somewhat vague and abstract, and in the fact that it usually has hardly been thought to be related to science. However, given the recent rapid development of science-technology and its consequential social change, it is worth considering wisdom as a new goal of science education. Facing the era in which technology replaces human abilities and science permeates everyday life, following fundamental questions

arise: through science education, what should be taught and what can be learned?

Upon such questions, this research suggested wisdom as a new goal of science education and conducted theoretical and empirical studies. The purposes of this research are to grasp the meaning of wisdom which has not been clearly understood and to find out the possibility of applying it to science education.

This research consists of Study 1 and Study 2 along with literature review and theoretical discussion. In literature review, existing philosophical and psychological studies on wisdom are outlined, analyzed and interpreted from educational point of view. By doing so, the issues and central values of wisdom discussed in previous studies were identified. In theoretical discussion, 3 main topics in science education, namely, scientific knowledge education, key competency education, and scientific literacy education, were examined from the perspective of wisdom and their implications were presented respectively. Theoretical discussion noted that previous discourse on wisdom has significant implications for science education and the wisdom needs to be redefined in the perspective of science education.

In Study 1 and Study 2, the meaning of wisdom and its applicability to school science were empirically explored. In Study 1, science teachers' perceptions on wisdom and on school science were surveyed. Results are as follows. First, 'a sense to recognize an important problem', 'rich and diverse experiences', and 'critical doubt about what I know' are perceived as the 3 most important elements of wisdom by every group of respondents. In particular, 'a sense to recognize an important problem' is perceived more important by in-service science teachers than by other subject teachers. In addition, in-service science teachers emphasized 'intuitive sympathy for others', 'consideration of society', and 'connectedness to

nature' more than pre-service science teachers did. Second, each respondent specified a wise person among their closely-related people. Based on personal experiences, respondents precisely mentioned their behavior, advise, and judgment as the reasons for their answers. Moreover, consistency and positive influence on others were found as important factors that judged a wise person. Third, the relationship between school education and wisdom development was positively recognized by 81.0% of the respondents. Respondents who gave positive answers thought that both curricular knowledge and interactive aspects of school life can help to develop students' wisdom. On the other hand, respondents who gave negative answers noted school environments that excessively emphasize university entrance and the ambiguity of the meaning of wisdom as reasons for their answers. Finally, 4 intersections between science and wisdom were identified as follows: wisdom required for understandings and applications of scientific concepts, wisdom inherent to the meaning of scientific concepts, wisdom within the making of scientific concepts, and lastly, wisdom developed through scientific activities and competencies.

The goal of Study 2, thus, was to redefine wisdom and to explore which kind of wisdom were taught in science classroom. Data were collected through observing physics classrooms of 3 different high schools in addition to teacher and student interview. Wisdom, in this research, was defined as follows. Wisdom is a human-inherent attribute aiming a better state in both intelligent and affective domains. It can be presented as wise human activity in various forms such as individual action, activity of community, and their intangible product that usually involves following virtue: usefulness, morality, continuity, efficiency, and consideration of both myself and others. Such kinds of 'wise human activities'

have positive influence on others, and are themselves perceived as ‘being wise’ or ‘wisdom’. Data were analyzed according to this definition of wisdom, identifying 6 items of wisdom taught in physics classrooms, which are: rational suspicion and open-minded attitude, effort to find the best way in the given situation, speculative thinking with modifying the conditions, the way of communication in the language of science, understanding of the relationship between science and society, and awareness of the relationship between science and one’s own life. These 6 items can be categorized 3 different kind of wisdom related to science. The first 2 items are included in ‘the wisdom as an attitude for scientific inquiry’, the next 2 items are included in ‘the wisdom as a method for scientific problem solving’, finally, the last 2 items belong to ‘the wisdom as reflective thinking about science and human’.

The wisdoms as results of Study 2 can be interpreted as the wisdom required in both development and application of scientific knowledge, which suggests that science educators and teachers should pay attention, more than now, to pre-knowledge science and post-knowledge science as well as scientific knowledge itself. In addition, the result of Study 2 can also be interpreted as 'wisdom of science' and 'wisdom about science'. Based on the findings from Study 2, these kinds of new discourses about wisdom are expected to continue in science education.

In conclusion, this research provided suggestions for ‘science education for wisdom’. First, it is necessary to review and modify the existing topics of science education and practice of school science. Second, science classroom need to change into a class where students can find and learn wisdom, in addition to knowledge, in science. Third, the opportunity to share opinions upon the meaning

of wisdom and to discuss on its necessity for science education should be provided to practitioners of science education.

Keywords: wisdom, future science education, perception survey, classroom analysis, wisdom in physics classes, wisdom of science

Student Number: 2013-30447